



REFLEJOS DEL LAGO.

¿QUE PASA CON NUESTRO LAGO DE YOJOA REALMENTE?
¿Que podríamos hacer?



DIAGNOSTICO SOBRE EL ESTADO HIDRICO DEL UNICO LAGO NATURAL DE AGUA
DULCE DE NUESTRO PAÍS, HONDURAS.

Rolando Meza Palma
ESNACIFOR-SIGUATEPEQUE

INDICE

- I. ACRONIMOS**
- II. PROLOGO**
- III. INTRODUCCION**
- IV. BREVE DESCRIPCION BIOFISICA**
- V. BREVE DESCRIPCION BIOLOGICA**
- VI. MARCO LEGAL**
- VII. ANALISIS AMBIENTAL DEL LAGO**
- VIII. ESTRATEGIAS DE ABORDAJE DE PROBLEMAS**
- IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
- X. BIBLIOGRAFIA**
- XI. ANEXOS**

ACRÓNIMOS

AECI	Agencia Española de Cooperación Internacional
AMUPROLAGO	Asociación de Municipios Próximos y con Influencia en el Lago de Yojoa
ASIDE	Asociación de Investigación para el Desarrollo Ecológico y Socioeconómico
CSASMDS	Comités de Saneamiento Básico y Manejo de Desechos Sólidos
COPECO	Comisión Permanente de Contingencias
CODEL	Comité de Emergencia Local
CODEM	Comité de Emergencia Municipal
DICTA	Dirección de Ciencia y Tecnología Agrícola
ESNACIFOR.	Escuela Nacional de Ciencias Forestales (Universidad Esnacifor)
GM de A.	Geólogos del Mundo de Asturias (Oviedo, España)
HONDULAGO	Decreto Ley 46-2007 Ley de Protección de la Cuenca del Lago de Yojoa
INA	Instituto Nacional Agrario
ICF-APVS	Instituto de Conservación Forestal Areas Protegidas y Vida Silvestre.
FHIA	Fundación Agrícola Hondureña
PANACAM	Parque Nacional Azul Meambar
PRONADEL	Programa Nacional de Desarrollo Local
REHDES	Red Hondureña de Desarrollo Ecológico Sostenible
SANAA/USAID	Proyecto de Abastecimiento de Acueductos Rurales de Agua

SAG	Secretaría de Agricultura y Ganadería
SERNA	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente
UMA	Unidad Municipal Ambiental

"La princesa lenca no podía creerlo...Su esposo había muerto en batalla cruzado por una lanza de punta de obsidiana curada con veneno de cascabel..Al nomás saberlo la angustia se apoderó de ella y corrió hacia la "joyada" grande donde no paró de llorar y llorar hasta morir. Su llanto incesante formó un lago cristalino que luego los aborígenes llamaron Yojoa... de esa inmensa pasión legendaria tropical surgió la joya cristalina que adorna el corazón de Honduras (leyenda autóctona).

La princesa llora nuevamente porque su creación ahora está severamente dañada, borrando en el tiempo devenir ese testimonio de amor de real."

Algo tendrá el agua, cuando la bendicen. Refran popular.

I . PROLOGO

Agua, vital líquido, se reconoce como un elemento crítico que condiciona el desarrollo socioeconómico de las poblaciones, la salud de los ecosistemas y está conectado estrechamente con todo lo que se mueve o crece. En la medida que las poblaciones crecen y el progreso industrial y comercial se intensifica, los usos del agua aumentan en progresión lineal y a veces exponencial, aumentando la presión sobre los recursos en general y del agua dulce en particular.

Diversos lagos naturales del mundo están en proceso acelerado de extinción, por ejemplo el Lago Chad en África para el año 1960 el área cubierta por sus aguas era de 26.000 km², una extensión similar a la superficie de la isla de Sicilia (Italia), lo cual le convertía en el cuarto mayor lago de África. En el 2000 su extensión se había reducido a menos de 1.500 km², y en el 2006 era de tan sólo 900 km²; las causas son la reducción de las precipitaciones junto al aumento de la extracción de agua para regadíos y otros usos y la desertificación de su área de influencia, tanto del mismo lago como la de los ríos tributarios. Los pronósticos indican que el lago continuará reduciéndose e incluso acabará secándose a lo largo del presente siglo 21.

La resolución 55/196 del 2002 de la cumbre de Johannesburgo hace un llamado a todos los países y gobiernos locales a participar cada vez con más conciencia y determinación, en la ordenación del recurso agua para lograr un desarrollo sostenible con equidad social y ambiental.

El presente documento se basa en revisión bibliográfica, experiencia de campo en trabajos de investigación conjuntos entre Esnacifor de Honduras y Geólogos del Mundo de Asturias, España, así como visitas periódicas del relator de este documento a la zona del Lago de Yojoa por dos años.

El propósito básico de este documento es generar y difundir información útil y fácil para la mayoría sobre lo que acontece en el Lago de Yojoa, en un lenguaje sencillo pero revelador, de los distintos hechos conectados o no, encadenados o no encadenados, que día a día minan la salud de esta joya azul con la que Dios nos bendijo al proveérnosla a todos los hondureños.

Un vaso medio vacío de vino es también medio lleno, pero una mentira a medias, de ningún modo es una media verdad. Jean Cocteau.

II. INTRODUCCION

Para no muchos es conocida la riqueza en biodiversidad de la región del lago de Yojoa ; hasta 407 especies de aves multicoloras y cantoras habitan en sus montañas y áreas de influencia, las que representan el 55% de las aves de Honduras. En su espejo de agua y márgenes se han reportado 66 especies de aves acuáticas, un 88% de las aves dulce acuícolas que hay en el país, por otro lado, en lo que respecta a su flora, 71 especies de plantas acuáticas y emergentes han sido contabilizadas (House etal, 2003).

Sin embargo, toda esa riqueza se encuentra comprometida por los distintos agentes que inciden negativamente en la parte alta, media y baja del embalse cristalino natural, así como últimamente la agroindustria a la que es sometida directamente sus aguas.

Diversos estudios se han hecho en el lago y probablemente otros se continuarán haciendo, sin embargo, lo investigado hasta ahora, ya ha dado las pautas y elementos suficientes para tomar las mejores decisiones sobre lo que se debe hacer inmediatamente para revertir lo que para algunos ya es irreversible para el "Lago de Yojoa".

Mucho se ha hablado y dicho sobre la degradación de los recursos presentes en el lago y muchos de los actores que allí residen se señalan entre sí sobre quién tiene la mayor o menor responsabilidad en su deterioro; sin embargo, poco o nada se ha hecho para realmente buscar la recuperación del mismo.

En los modernos enfoques para el manejo de recursos naturales y específicamente para esta zona, donde concurren diversos actores que inciden por acción u omisión en su calidad ambiental y que incluyen a dueños de restaurantes, dueños de hoteles, de casetas de ventas de pescado, ganaderos, agricultores, pescadores, cultivadores a escala de peces (acuicultores), sin dejar de lado a los actores pasivos (pobladores y visitantes) y finalmente los funcionarios del gobierno, de organizaciones no gubernamentales nacionales y extranjeras y sin dejar a los políticos, **todos, todos**, somos probablemente parte del problema, ya sea por acción u omisión, pero también es pertinente pensar que somos parte de la solución.

En resumen, los actuales enfoques de resolución de los problemas que se viven en el lago, sólo podrán solucionarse en la medida en que la gente, los actores que interactúan en la zona, sean considerados en la búsqueda de las alternativas de solución, sean consultados, sean consensuados, sean motivados hacia la acción, y eso sólo será posible cuando sepan que todos están abordando el mismo barco, barco que marcha al precipicio si no se toma acción desde ahora.

Cuando bebas agua, recuérdate de la fuente. Proverbio chino.

III. BREVE DESCRIPCION BIOFISICA DEL LAGO DE YOJOA

El Lago de Yojoa se encuentra a aproximadamente 125 Km al noroeste de Tegucigalpa y 75 Km al sur de la ciudad de San Pedro Sula, las dos ciudades más importantes de Honduras, andando por la **CA-5** o carretera panamericana, las mas importante que cruza meridanamente el país.

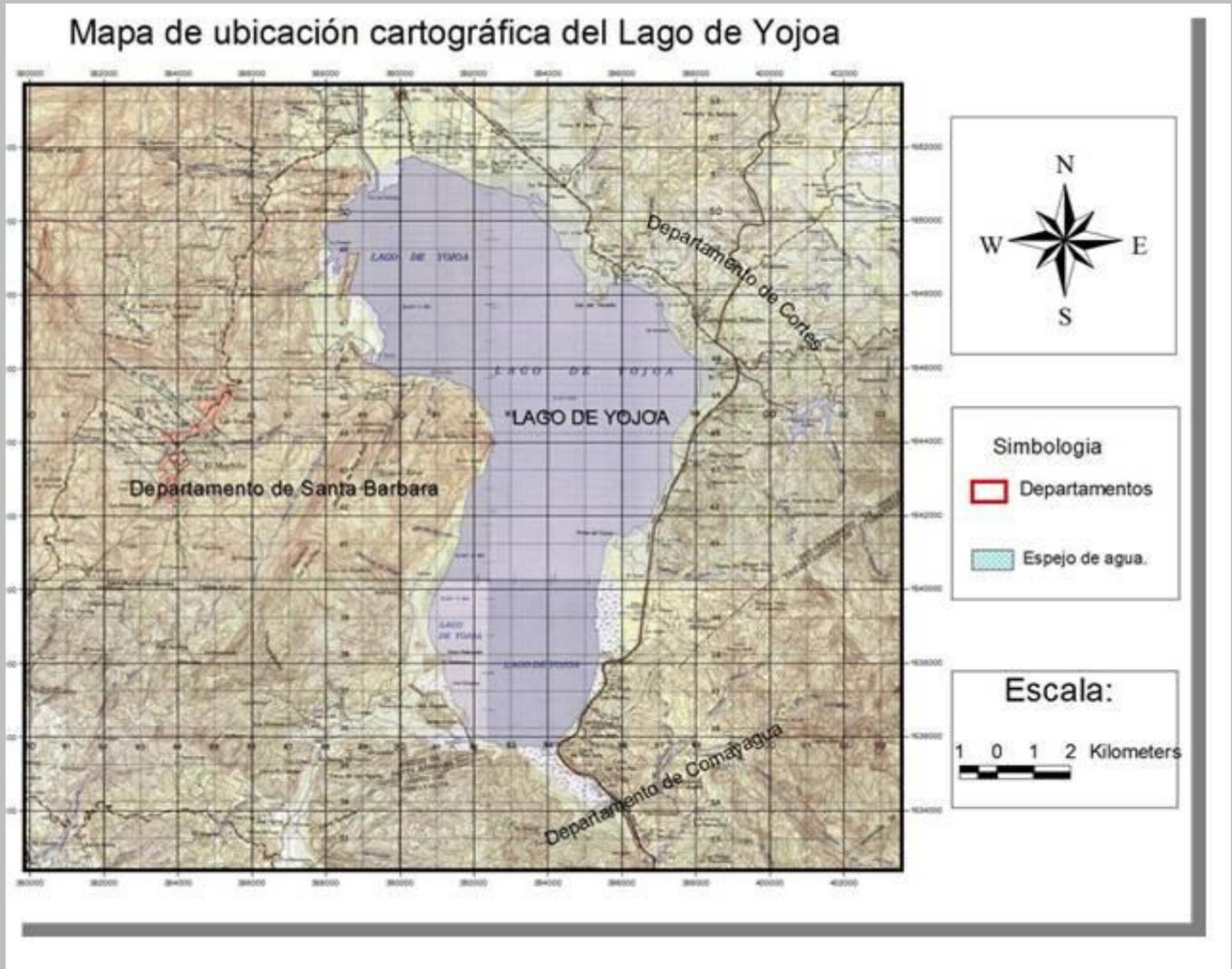


Imagen Tomada de Martínez López, E.A. (2010)

Geográficamente se ubica entre los $14^{\circ}45'00''$ y $14^{\circ}57'00''$ latitud norte, y entre los $87^{\circ}53'00''$ y $88^{\circ}07'00''$ longitud oeste, y para su espejo de agua existen datos de valores cercanos que lo ubican con un área superficial entre los 79 y 83 km²; estas pequeñas discrepancias muchas veces lógicas se explican por la época en que se calcularon las medidas y el tipo de imágenes satelitales usadas (época seca o lluviosa). La precipitación varía en toda

la zona, pero se sabe que es la región con mayor pluviosidad en el país, con unos 2300 mm de precipitación hacia el sur de la misma y unos 3200 mm hacia el norte. La altura aproximada sobre el nivel del mar al punto del espejo de agua, fluctúa levemente entre los 645 mts.

La temperatura ambiental promedio va desde los 22.7 °C a los 24.8 °C a lo largo del año, y con respecto a los afluentes que periódicamente desembocan en sus aguas, los más importantes provienen del Cerro Azul Meámbur (Este del mismo); entre ellos están los ríos Yure y Varsovia, cuyas aguas fueron desviadas hacia él (1978) y del Cerro Santa Bárbara (Oeste) drenan hacia él, la quebrada "el Novillo" y la "Quebradona", entre otras.

Con respecto a la geología otros estudios informan que la topografía de la región del lago es el resultado de varios fenómenos geológicos; primero durante el Cretáceo el área fue inundada por el mar depositándose gruesos sedimentos que se transformaron en rocas calizas, lutitas, arenitas y arcillas, y más recientemente durante el Terciario, se generó mucha actividad volcánica, la cual resultó en la deposición de rocas piroclásticas, entre otras, en la región este del lago. Actividades telúricas extrusivas e intrusivas causaron la formación de las sierras volcánicas del Cerro Azul Meámbur. Ese proceso de millones de años resultó en el levantamiento del agua al nivel actual del lago (Betancourt y Dulin, 1978).



IV. BREVE DESCRIPCION BIOLOGICA DEL LAGO DE YOJOA

La zona del espejo del agua y sus riveras específicamente posee diversos ecosistemas, siendo los principales los "carrizales pantanosos de agua dulce" que se encuentran a la orilla del lago, en sus parte este y oeste y consiste en fragmentos de monocotiledóneas emergentes, como zacates *Hymenachne* sp. Y *Orza* sp. , los juncos *Eleocharis* sp, de la familia *Cyperaceae* mezcladas con otras especies de plantas acuáticas como las ninfas (*Nymphaea* ampla), de las más de 71 existentes en este ecosistema, el cual desempeña un papel muy importante en el

lago ya que son santuarios de muchos invertebrados, siendo también un lugar de desove de muchos peces y aves acuáticas como los patos *Cairina moschata*, *Dendrocygna autumnalis* y bicolor.



Nymphaea ampla en el lago de Yojoa (2010)

Otro ecosistema importante lo constituye el "bosque semidecíduo latifoliado pantanoso de tierras bajas" representado en el lago por sus gualiquemes (*Erythrina fussia*) que constituyen importantes habitats de plantas epifitas, como ciertos tipos de orquídeas y nidos de "Oropéndolas", sobre todo en los meses de abril y mayo.



El ecosistema "bosque siempre verde estacional de pino submontano", que son bosques de pino caribea que se localizan al margen noroeste del lago que solo se encuentran ya en zona de la mosquitia, el sotobosque es denso siendo uno de los ecosistemas mas dañados pues dio paso a cultivos de piña en esa región.

Asimismo está presente el ecosistema "bosque siempre verde estacional de pino submontano", que son bosques de Pino caribaea, localizados al margen noroeste del lago (únicamente se encuentran en la Mosquitia), con un denso sotobosque, es uno de los ecosistemas más

atractivos instalada en pequeños fragmentos aislados y continuos en el sector noroeste.

Los agro sistemas del lago más representativos son un mosaico de áreas de cultivos anuales y semiperennes como maíz, piña, cafetales y pastos mejorados.



En aves acuáticas, el lago posee una riqueza invaluable, reportándose en él la existencia de 66 especies diferentes. El lago es hábitat de las tres especies de pato presentes en el país y de siete especies de pato migratorio como el Chirinoco y el milano Caracolero y es el hogar de todos los Martin pescador reportados para Honduras.



Entre los mamíferos, anfibios y reptiles la población es muy numerosa y diversa en este ecosistema destacan los tapires o "dantos", los monos cara blanca y araña, el oso hormiguero, panteras, cocodrilos, entre otros.



V. MARCO LEGAL DEL LAGO DE YOJOA

Quizá uno de los elementos más controversiales sobre la situación legal del Lago de Yojoa lo constituya su categorización como área protegida.

Diversos personalidades opinan que la base legal como "Área Protegida Numero 5" con que fue categorizado este cuerpo de agua bajo el Decreto N° 71 en el año de 1971 por el Congreso Nacional de ese entonces, propició su destrucción, ya que permitió el uso de sus aguas para actividades recreativas, deportivas, de pesca y de explotación para generar hidroelectricidad, y más recientemente para la agroindustria (sistemas extensivos piscícolas) y otras que pudieran aparecer en el futuro.

En esa declaratoria no se definía categoría de manejo y no se asignó presupuesto para su protección y manejo, ni tampoco se clarificó el tipo de administración que debía tener el área.

El Plan de Uso Múltiple propuesto por el ministerio de Recursos Naturales de la época, aunque sin ninguna base legal, permitió elaborar en 1978 el Primer Plan de Manejo de la Cuenca del Lago de Yojoa y aunque este plan no tenía efectos de tipo legal, fue una guía en la ejecución de actividades en la cuenca.

El enfoque que se le da es de un área de "uso múltiple", por lo que no se considera definir una superficie estrictamente de protección (área núcleo) que sirviera como zona de recarga para el Lago. Esto contribuyó a que se la destrucción de los ecosistemas, principalmente la de los bosques submontanos.

En 1987 se emite el decreto # 87-87, el cual declara 37 áreas de bosques nublados remanentes como áreas protegidas a perpetuidad, por su importancia como zonas de recarga en la producción de agua. En estas áreas se incluyen el PANACAM (Parque Nacional Azul meambar) y PNMSB (Parque Nacional Montaña Santa Barbara), los cuales comprenden superficies que se traslapan con las de la cuenca del Lago de Yojoa; sin embargo, establece las áreas nucleo arriba de los 1800 msnm, pero ello no ayudó mucho porque dejó por fuera ecosistemas abajo de esa cota, como es el caso de áreas aledañas y junto al espejo de agua.

En 1995, preocupados por la situación de deterioro acelerado de la cuenca, los representantes de 10 municipios de los tres (3) departamentos con jurisdicción en el lago (Cortés, Comayagua, y Santa Bárbara) crean la Asociación de Municipios de la Cuenca del Lago de Yojoa y su Area de Influencia (AMUPROLAGO). Los municipios fundadores fueron: Santa Cruz de Yojoa, San Antonio de Cortés y Potrerillos, por Comayagua; Las Vegas, Santa Bárbara, San Pedro de Zacapa y San Francisco de Ojuera, por Santa Bárbara; y Taulabé, Meámbar y San José de Comayagua, por Comayagua.

En el 2001 se logra la Personería Jurídica de AMUPROLAGO y se aprueban los Estatutos de la Asociación. A partir de este período, en razón de que la asociación es de ingreso y retiro

voluntario, a la mancomunidad ingresan 8 nuevos municipios, para un total de 18 miembros: Gualala, Ilama y Seguaca, por Santa Bárbara; San Francisco de Yojoa, Pimienta, San Manuel de Cortés y Concepción Sur, por Cortés; y Siguatepeque, por Comayagua.

A finales del 2002, oficialmente se retiran de la asociación 4 municipios: Potrerillos, San Francisco de Ojuera, Concepción Sur y Seguaca, quedando AMUPROLAGO conformada por 14 municipios.

Durante el presente año 2011 AMUPROLAGO está conformada únicamente por ocho (8) municipios de la siguiente manera: Santa Cruz de Yojoa, San Francisco de Yojoa, por el Departamento de Cortés; Las Vegas, Zacapa, Ilama y Gualala, por el Departamento de Santa Bárbara ; y San José de Comayagua y Siguatepeque, por el Departamento de Comayagua.

El 31 de mayo del 2007 la Presidencia de la República de Honduras dicta un auto de protección del lago mediante Decreto 46-2007, denominado "Ley de Protección de la Cuenca del Lago de Yojoa, HONDULAGO" :

Este Decreto legislativo establece las bases institucionales, técnicas y operativas, así como los principios reguladores y disposiciones para la gestión sostenible de la Cuenca del Lago de Yojoa y de sus recursos naturales renovables y no renovables.

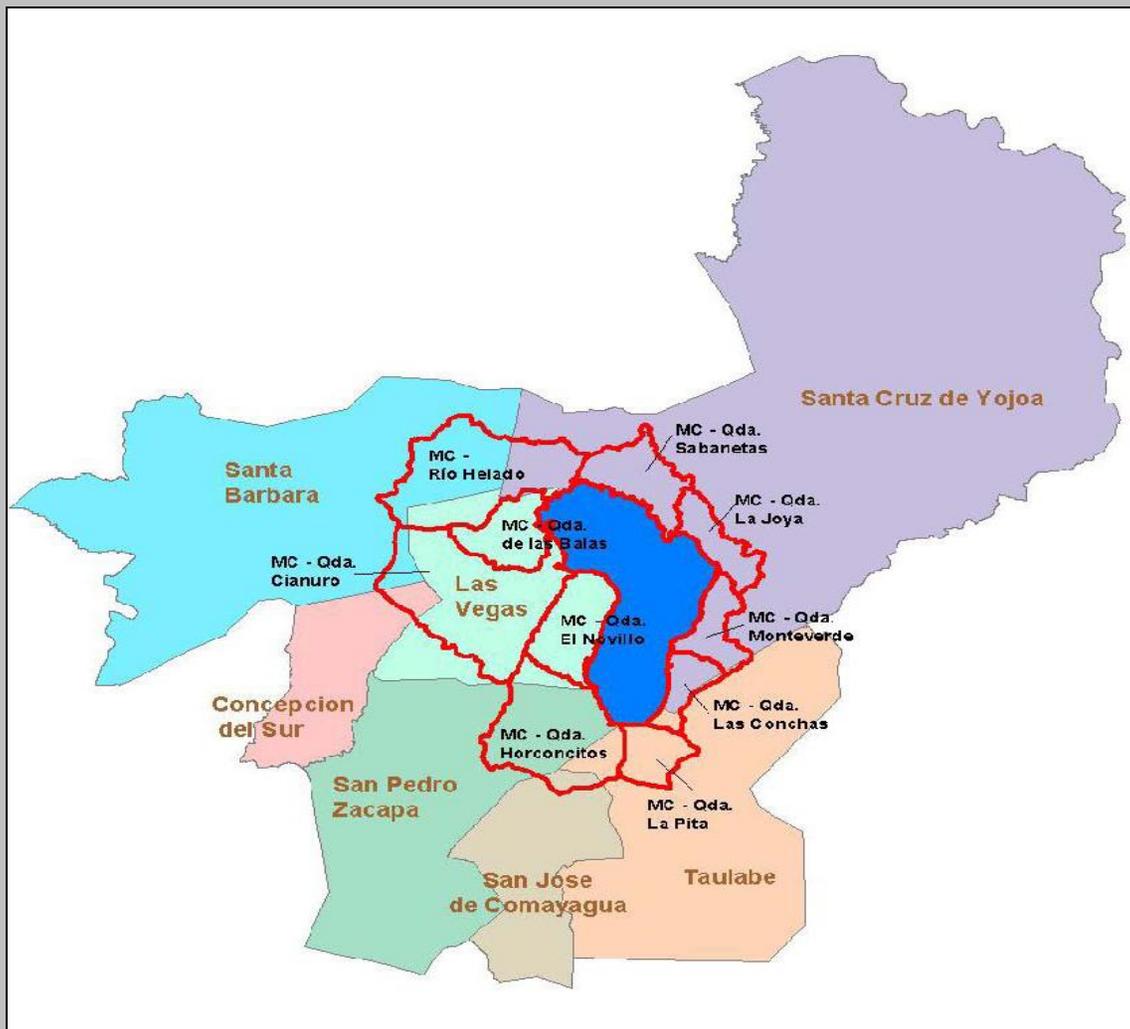
Asimismo, pretende concentrar la atención del Estado y de sus habitantes en una gestión de desarrollo integrada y participativa, todo con el fin de prevenir los daños ambientales que causan la pérdida de especies de flora y fauna en esta cuenca que constituye un ecosistema único en el país, capaz de generar un desarrollo sostenible con la gestión eficiente de sus recursos naturales.

También se creó una autoridad de protección del Lago de Yojoa, que para efectos legales se identificará como HONDULAGO, que es un organismo contralor que funcionará con independencia técnica, administrativa, presupuestaria y de gestión, adscrito a la Secretaría de Finanzas, para efectos presupuestarios.

Tiene su domicilio en el municipio de Santa Cruz de Yojoa y su duración es indefinida. Hondulago como ente regulador será el responsable de hacer cumplir las leyes, ordenanzas, acuerdos, contratos y la normativa legalmente establecida que sea aplicable en las actividades que se desarrollen en la Cuenca del Lago de Yojoa. La dirección de Hondulago estará a cargo de un director general y tres directores adjuntos.

HONDULAGO, recientemente creada, todavía para esta fecha (marzo 2011) no es operativa, ya que aún no tiene un presupuesto definido por el Congreso Nacional y el volumen de problemas que tiene que evacuar es grande, ya que actualmente las distintas actividades que se desarrollan en el lago ya están institucionalizadas, por lo que ella deberá trabajar sobre la base de lo que ya está, lo que significa que probablemente sólo podrá normar, regular, conciliar, y en algunos casos, sancionar.

Un detalle poco conocido por la población es que el Lago de Yojoa fue declarado sitio "Ramsar" (Ramsar, ciudad de Irán) o humedal de importancia internacional. El 5 de junio del año 2005 (el "Día Mundial del Ambiente") la Organización de las Naciones Unidas (ONU) a través de su Convención RAMSAR para la protección internacional de los humedales de mayor importancia mundial, declaró a la Subcuenca del Lago de Yojoa, como el Sitio 1467, con lo que se busca garantizar la protección, manejo y uso racional, lo mismo que el desarrollo sostenible del principal cuerpo lacustre de agua dulce que hay en Honduras. El lago es reconocido por lo tanto internacionalmente, como un sitio de alto interés científico por su valiosa biodiversidad.



El Lago de Yojoa lo comparten tres departamentos y varios municipios de Honduras; su manejo y protección requiere alto nivel de gestión.

Aquel que gobierna por medio de su excelencia moral puede compararse con la estrella polar, que permanece en su sitio, en tanto las demás estrellas se inclinan ante ella. Confucio.

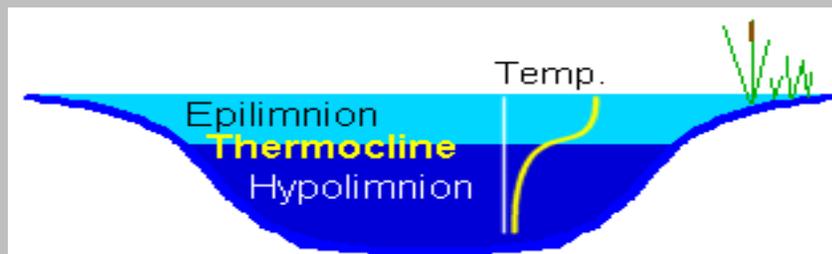
VI. ANALISIS AMBIENTAL DEL LAGO

La interpretación de lo que pasa en el lago será más fácil si se entiende la dinámica especial de estos cuerpos de agua dulce, distintos a los océanos, distintos a los ríos, etc., por lo que en el marco del presente trabajo se cree necesario incluir algunos apuntes técnicos sobre los mismos. Se les reconoce por el movimiento de sus aguas como cuerpos "lenticos" o de aguas más o menos quietas o mansas, contrario a los ríos [o mares] en los que el agua fluye o corre rápidamente, a los cuales se les denomina "loticos"; los lagos normalmente tienen sus fronteras o límites definidos.

Tienen un alto volumen estático (tiempo largo de retención del volumen de agua), son sistemas cerrados (depósito de materiales); se caracterizan por una producción autóctona (su biodiversidad), y lo más importante, cambian sobre el tiempo (oligotrófico a eutrófico).

En un lago tenemos "termoestratificaciones" (niveles de temperatura del agua), la cual forma capas: Epilimnion, la capa primera y superior, más caliente (sometida a la radiación solar) la cual se mezcla rápidamente (movimientos adiabáticos, acelerados por la acción del viento); metalimnion o termocline, la segunda (más fría) e hypolimnion, la más baja, donde se acumulan los sedimentos que vienen de la superficie (sobre el límite del lecho mismo del lago) y que con el tiempo se vuelve anóxica (sin oxígeno), debido a la descomposición de organismos o materia orgánica. La falta de oxígeno acelera el proceso de la eutrofización al liberar nutrientes almacenados en el fondo del lago (descomposición anaeróbica que puede liberar malos olores en aguas someras).

Esos nutrientes incentivan más la producción primaria (plantas acuáticas, fitoplanctum, etc), aumentan la acumulación de biomasa vegetal y hay agotamiento de oxígeno en esta capa, principalmente cuando las cargas de materia orgánica provenientes de la superficie son altas y frecuentes.



El mecanismo mayor responsable del movimiento de agua de un lago es el viento, el cual induce el mezclado de sus aguas y las corrientes. El calentamiento diferencial puede causar un mezclado vertical, el cual es un proceso lento denominado "termoclina".

Cuando la temperatura del epilimnion alcanza la temperatura del hypolimnion, las aguas se mezclan libremente. Cuando dos periodos de mezcla ocurren en un lago se le denomina estado dimítico. En ambientes más calidos, la estratificación inducida por el hielo no se desarrolla y los lagos se mezclan sólo una vez al año y se les denomina estados monomíticos.

En las regiones tropicales y en las latitudes altas o de gran elevación, los lagos se mezclan constantemente y este estado se le denomina movimiento polimítico. Algunas partes del lago puede que no se mezclen (tales como lagos densos y salados en el fondo) y se les denomina amíticos.

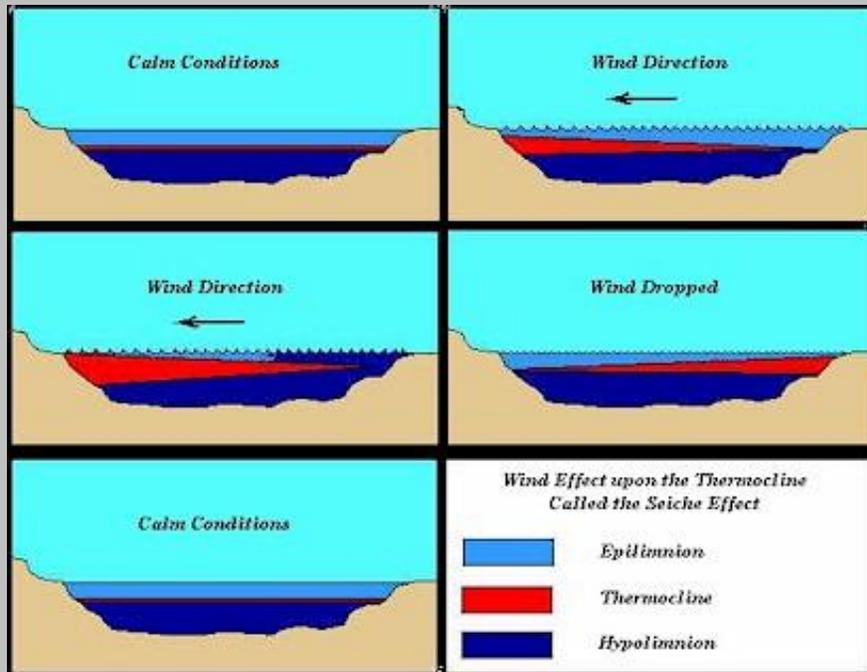
Cuando la mezcla del agua como producto de las diferencias de temperatura entre el fondo y la superficie por caídas bruscas de temperatura (como en los frentes frios) lo que ocurre con alguna frecuencia en Honduras, se le llama movimiento oligomítico. Según análisis hechos y de acuerdo a Hutchinson (1957), es probable que el Lago de Yojoa esté dentro de la categoría de Lago "Polimítico" y otras veces y secciones del espejo se comporta de manera "Oligomítica", al menos se piensa se alternan estos estados o por secciones del mismo, ello debido a la extensión del Lago y su relativa poca profundidad.

Este "volteo" de aguas puede liberar contenidos de materia orgánica que a manera de sedimentos muy livianos pueden subir (levantarse) a la superficie, eutrofizando o enriqueciendo más sus aguas con estos nutrientes, pero puede perjudicar a los peces de varias maneras, principalmente si dentro de las liberaciones de materia orgánica se adiciona el "metano" un gas que se produce por la descomposición "anaeróbica de materia orgánica" y que es altamente tóxico y mortal para los peces con los que entra en contacto.

La eutrofización en ambas, es benéfica y perjudicial para la población de peces, ya que ellos pueden verse en ambientes anoxicos en algunos momentos (falta de oxígeno) o en ambientes altamente turbios en otros.

Se dice que es benéfica cuando estos nutrientes activan las cadenas tróficas, dando lugar a la explosión de más organismos y por ende mayor disponibilidad de alimentación para ellos, entre otros aspectos.

El viento Noroeste-Sureste induce las corrientes y el movimiento del lago; otro fenómeno inducido por el viento es el "seiche", que es una onda larga barotrófica una onda superficial que afecta el movimiento de la masa total de agua. Finalmente tenemos los espirales de "Langmuir" que crean acumulaciones de materiales en la dirección del viento, que en el caso del lago es hacia el sureste, por lo que la mayoría de cuerpos flotantes se acumulan en este sector.



Los lagos evolucionan de oligotróficos a eutróficos (procesos de muchos años) con más sedimentos, nutrientes y vegetación acuática. Continúan llenándose para después convertirse en humedales y después parte de la superficie terrestre se seca (áreas ribereñas) y dan lugar a tierra firme (normalmente sus suelos son "turberas" (alto contenido de materia orgánica y por tanto muy fértiles) donde finalmente aparece el ser humano y le da otros usos a su conveniencia (ganadería, agricultura o urbanización). Estos procesos pueden ser, como se dijo antes, naturales o impulsados por el hombre.

Refiriéndonos estrictamente a los estudios impulsados por Geólogos del Mundo y ESNACIFOR en la zona del Lago, estos han comprendido aspectos relacionados con el análisis espacial y temporal de sus aguas, con la "lechuga de agua" que hoy cubre su superficie y con los aspectos antrópicos que se conectan a esta problemática.

Geólogos del Mundo de Oviedo (Asturias, España) con el soporte financiero de la Agencia Asturiana de Cooperación al Desarrollo, entre otras entidades de ese país europeo, ha desarrollado diferentes proyectos en Honduras en diversas regiones en temas de abastecimiento de agua potable, análisis geológicos relacionados a temas de vulnerabilidad y riesgos ante desastres naturales, desarrollo económico ambientalmente amigable con el medio ambiente, o lo que se conoce como "desarrollo limpio", entre otros.

En el caso específico del Lago de Yojoa, cuyo principal objetivo de los Geólogos es apoyar a la autoridades locales con la realización de diversas actividades técnicas y científicas conducentes a proteger y conservar este importante cuerpo de agua; se une a la universidad ESNACIFOR ubicada en Siguatepeque, por lo que en este documento hace referencia a esos esfuerzos conjuntos desarrollados a lo largo de dos años.

Lechuga de agua:

Estudios llevadas a cabo por ESNACIFOR referente a esta planta acuática, indican que para Honduras y principalmente para la zona norte del país con sus lagunas "Jucutuma" y "Ticamaya", la llamada lechuga de agua que invadió esas aguas corresponde a la especie denominada científicamente *Pistia stratiotes*, que es diferente morfológicamente hablando a la existente en en Lago de Yojoa, esta planta sus hojas son más anchas, por tanto su índice foliar es superior y en consecuencia su tasa de fotosíntesis o crecimiento neto puede ser mayor.



En el caso de la especie existente en el "lago de Yojoa", la gente también le llama "Lechuga de agua"; su nombre científico es *Eichornia crassipes* y su nombre común más difundido corresponde a "Jacinto de Agua". Abajo se incluye la clasificación taxonómica e imágenes de ella

Categoría Taxonómica	Jacinto de Agua
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Lilipsida
Orden	Liliales

Familia	Pontederiaceae
Género	<i>Eichhornia</i> Kunth
Especie	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms



La *Eichhornia crassipes* o lechuga de agua como se le dice en el Lago de Yojoa es una especie flotante de raíces sumergidas, carece de tallo (ver foto arriba) y posee una superficie esponjosa, provista de pelos, con una capacidad para proliferarse rápidamente (García, Ruiz y Junqueras, 1997).

La *Eichhornia crassipes* es una de las especie que genera mas problemas de proliferación en comparación a otras malezas acuáticas flotantes, debido a su alto crecimiento y reproducción y la habilidad que posee de competir con otras especies acuáticas flotantes, teniendo como aliado al viento y a las corrientes de agua (Labrada, Caseley y Parker, 1996).

Está considerada entre las 100 especies más invasoras del mundo, por eso no se recomienda la utilización de esta especie en espejos de agua donde no ha existido (García, Ruiz y Junqueras, 1997).

La *Eichhornia crassipes* comienza a desarrollarse a las orillas de los lagos, lagunas o represas,

según el nivel de eutrofización en que se encuentre el cuerpo de agua; con el paso del tiempo puede formar islotes flotantes e invadir todo el espejo de agua. También pueden desarrollarse en aquellos ríos que posean poco movimiento (Roldan y Ramírez, 2008).



Las causas del incremento de la *Eichhornia crassipes* es favorecido por el agua rica en nutrientes minerales, en especial nitrógeno, fósforo y potasio y otros compuestos minerales como calcio, magnesio, hierro, aluminio, boro y zinc.

La habilidad de competir que posee la *Eichhornia crassipes*, hace que la planta se propague con mayor rapidez en un área, en poco tiempo (Labrada, Caseley y Parker, 1996).

Qué tanto la "Lechuga de agua" está invadiendo el espejo de agua del lago es una pregunta difícil de contestar, ya que esta especie a veces se encuentra en mayor cantidad y a veces observamos que se disminuye su presencia. Un monitoreo aéreo o satelital es recomendado (periódico y espacial).

Un aspecto importante de esta planta acuática es que al alimentarse del exceso de nutrientes presentes en el agua, favorece la disminución de la producción de otras plantas acuáticas. Ellas lo hacen de manera efectiva y comprobada, ya que actúan como pequeñas "bombas depuradoras o de succión" del agua trabajando en varios puntos a la vez; en otras palabras, limpian el agua.

Esto condujo a pensar que estas plantas en bruto contienen minerales y nutrientes que pueden ser aprovechados por los agricultores de la región una vez extraída, secada y tratada la planta como biofertilizante o rico abono orgánico (mulch).

Un estudio llevado a cabo por el estudiante de ingeniería de Esnacifor, Elvin Martínez (2010) estableció mediante estudios y análisis de laboratorio y campo; la siguiente relación de nutrientes de esta planta de la siguiente manera:

Muestra colectada en un área sin población Humana

Identificación	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre
a *	1.34	0.145	2.45	0.22	0.51	0.39
b**	0.114	0.012	0.208	0.019	0.043	0.033

* a: Porcentaje en base a materia seca

** b: Porcentaje en base a materia húmeda.

Tomada de Martínez, E. (2010)

Uno de los problemas insospechados que se tiene día a día con esta especie vegetal es que, como cualquier vegetal suculento (no leñoso) tiene vida corta, y al morir decanta o precipita en el lecho del lago, donde se pudre y fertiliza nuevamente el lecho del mismo con aquellos nutrientes mencionados antes, promoviendo el crecimiento de otras especies.

Aunque Martínez demostró en sus estudios de tesis que una combinación de lechuga de agua picada y seca en combinación con aserrín u hojas de madreño produjo buenos rendimientos en el crecimiento de una especie anual (rábano), la lechuga de agua puede usarse igualmente combinada con hojas de gualiqueme o pito (*Eritrina Fussia*) que tanto abunda en zona de lago o sencillamente sola para fertilizar de manera orgánica cafetales y cañales que circundan el lago.

El reto para aprovechar sistemática y periódicamente la "lechuga de agua" del lago constituye un desafío ya que su aprovechamiento mecánico (a mano, usando lanchas) implica un costo y un duro trabajo que debe alguien debe compensar su esfuerzo. Lo anterior indica que alguien debe pagar este servicio a grupos de personas organizadas quienes a su vez procesarían a lechuga para venderla como biofertilizante lo que sin duda beneficiará a todos, sin embargo este tema se toca al final de este documento donde se proponen alternativas.



Algas en Suspension en el Lago

En los meses secos de Honduras aparece una marea marron que prolifera sobre el lago de Yojoa que afecta dramaticamente algunas actividades en su entorno principalmente las de tipo turistico ya que esta mancha en el agua produce malos olores cuando se arrincona en el lado sur y sureste del lago.



En general y sobre estas microalgas (fitoplantun) que forman esta marea pestilente se puede decir los siguientes comentarios:

- Las proliferaciones de dinoflagelados (fitoplancton) crecen exponencialmente debido a las condiciones favorables para su desarrollo (temperatura, calidad y cantidad de luz, nutrientes y pasividad de la columna de agua).
- Su reproducción no cesa hasta que las condiciones sean desfavorables es decir uno de los anteriores factores decrece (disminuye la tasa de concentración de nutrientes, cantidad de luz menor, etc.; *nótese* que el "hombre" poco o nada puede hacer con respecto a la cantidad de luz natural que llega al espejo de agua, tampoco las temperaturas que prevalecen en la región en cada estación del año, pero **si** con respecto a la cantidad de nutrientes que se pudieran estar emitiendo).

Que elementos causan el incremento excesivo o "bloom" del fitoplancton?

El crecimiento acelerado del fitoplancton es una de las principales consecuencias de la eutrofización de los lagos, afectando de forma negativa los espejos de agua y la calidad del agua y a la biodiversidad. El crecimiento del fitoplancton estará favorecido o limitado básicamente por tres componentes:

- a) La temperatura,
- b) La radiación solar
- c) Los nutrientes

Que son las fitoplancton o micro algas??

Son plantas talofitas, o sea que no contienen raíz, tallo ni hojas, son fotosintéticas que no forman embriones y son organismos autótrofos, es decir que generan su propio alimento a partir de la luz solar (hacen fotosíntesis como cualquier planta). La mayoría de las algas acuáticas pueden ser lo suficiente abundantes como para darle coloración al agua existiendo una diversidad de algas en todo el mundo, tanto de agua dulce como de agua salada; la *Chlorophytaceae* y *Charophyceae* conocidas como algas verdes, constituyen las más grandes grupos de algas en términos de número de especies y están ampliamente distribuidas y bien adaptadas a los hábitats extremos así como las llamadas algas azul-verde.

Muchas algas verdes son acuáticas y son bastante comunes en el agua dulce y marina. Con respecto a las floraciones algales, ellos son eventos de multiplicación o proliferación y acumulación de las microalgas verde-azules que viven libres en los sistemas acuáticos, o fitoplancton, y que presentan un incremento significativo de la biomasa, en períodos de horas a días.

Las floraciones algales se presentan durante el clima cálido, y a principios de otoño, su floración es más notoria en aquellas aguas que se mantienen estables y donde existe una importante carga de nutrientes e irradiación solar, es decir, cuando las condiciones son favorables.

Malos olores provocados por las algas

En la época que se presenta el florecimiento de las cianobacterias en las superficie de los espejos de agua y donde hay mayores concentraciones de las algas se producen olores desagradables, generando una contaminación ambiental y por supuesto visual.

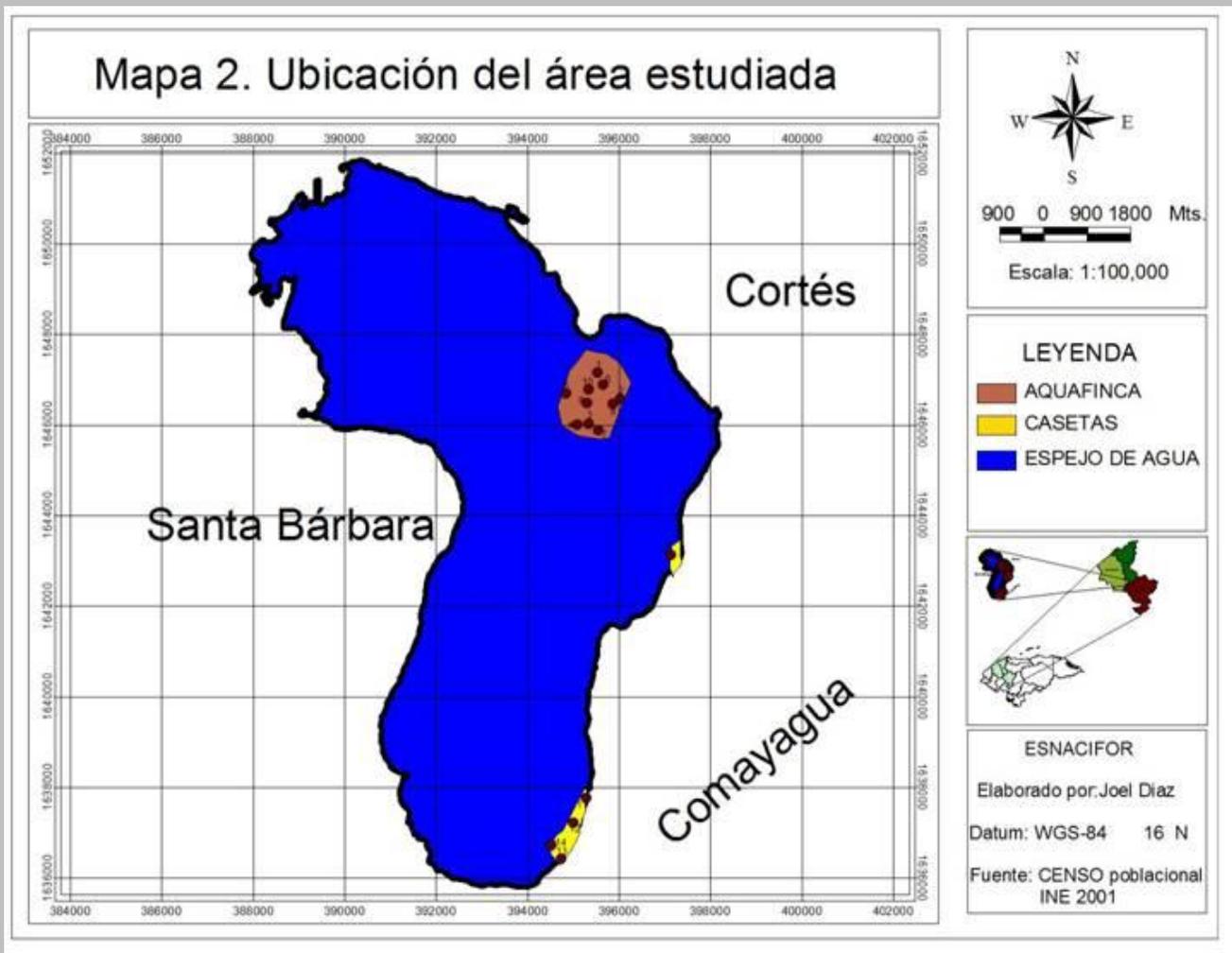
Ello ocurre a que como son de vida corta mueren básicamente en la superficie de las aguas, precipitando en el lecho y su comportamiento pasa a ser como la de cualquier vegetal que hay en tierra (se pudren en condiciones anaeróbicas).



Calidad del Aguas del Lago de Yojoa:

Otros estudios llevadas a cabo por Esnacifor con el apoyo financiero de Geólogos del Mundo que llevaban como objetivo establecer la calidad de las aguas superficiales en dos importantes sectores de lago, la zona de las casetas de pescado, (sureste del mismo) y sector central donde se ubican las jaulas piscícolas (AQUAFINCA), aportó datos e información relevante que también se reflejan en este documento:

Áreas de estudio:

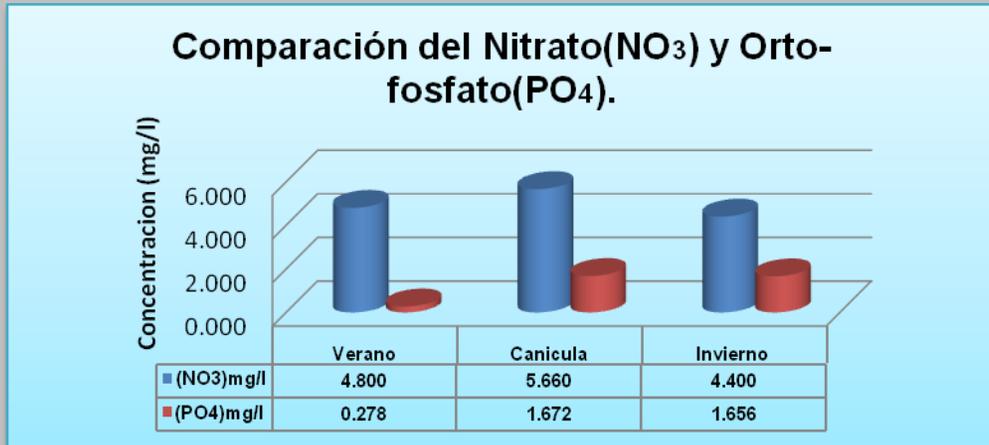


Tomado de Joel Díaz (2010)

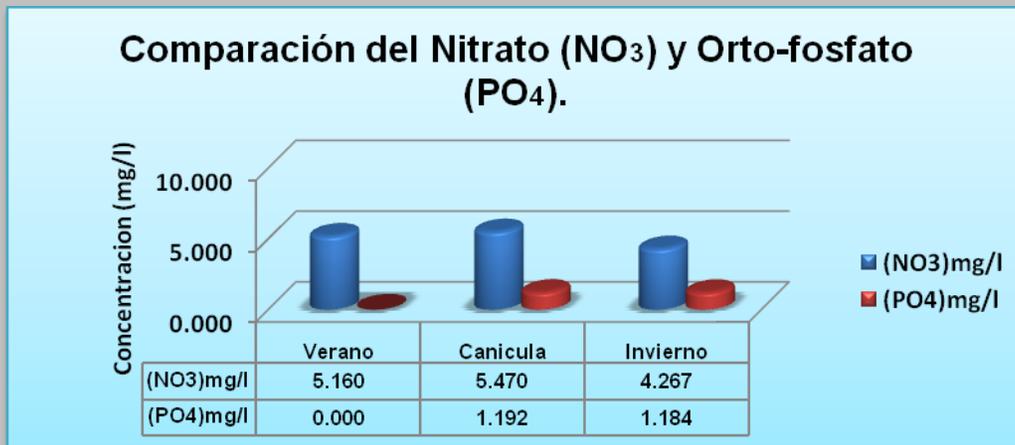
Los principales objetivos que se persiguieron en esta investigación incluyeron identificar los puntos de mayor concentración de nutrientes en las áreas a estudiar y realizar una valoración de los agentes eutrofizantes y en qué época surgen las mayores emisiones.

Se encontró en este estudio técnico que en el lado de las casetas se descargan muchos

nitratos como se puede apreciar en el cuadro adjunto abajo.

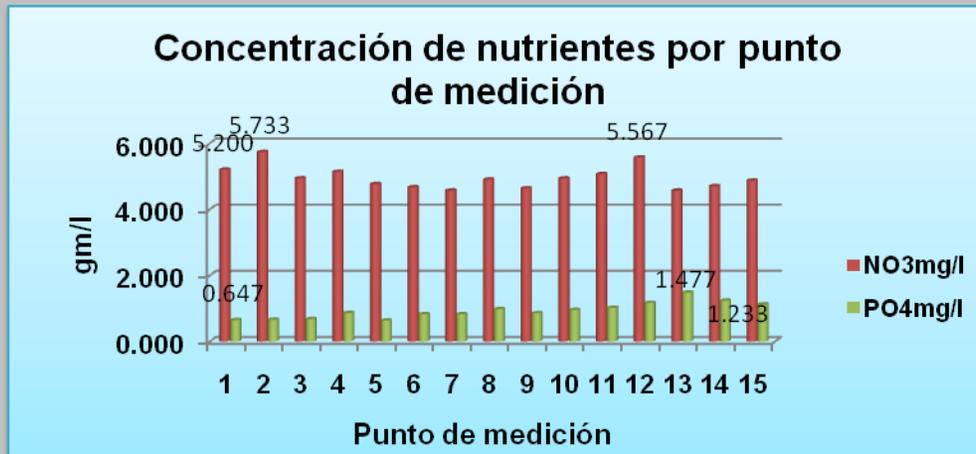


Por su parte estos mismos nutrientes fueron encontrados que se descargan en el área influencia de la empresa agroindustrial AquaFinca. Ver relación al cuadro adjunto abajo:



Los estudios de Díaz (Figura abajo), mostraron que la mayor concentración de Nitratos encontrados fue en el punto 2 ubicado en el área de la empresa Aquafinca Saint Peter (Anexo 3), también se encontró una alta concentración en el punto 12, el cual se encuentra en el área de las casetas (Anexo 4).

La mayor contaminación de Orto-fosfatos se encontró en el área de las casetas, en los puntos 13 y 14 de 15 bajo monitoreo.



Finalmente Díaz (2010) concluyó de la siguiente manera su delicado estudio:

“La conductividad, se mostró decreciente durante el tiempo de estudio, siendo mayor en el área de Aquafinca Saint Peter en la época seca con un rango de 16 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y uniforme en el área de las casetas con un rango de 5 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

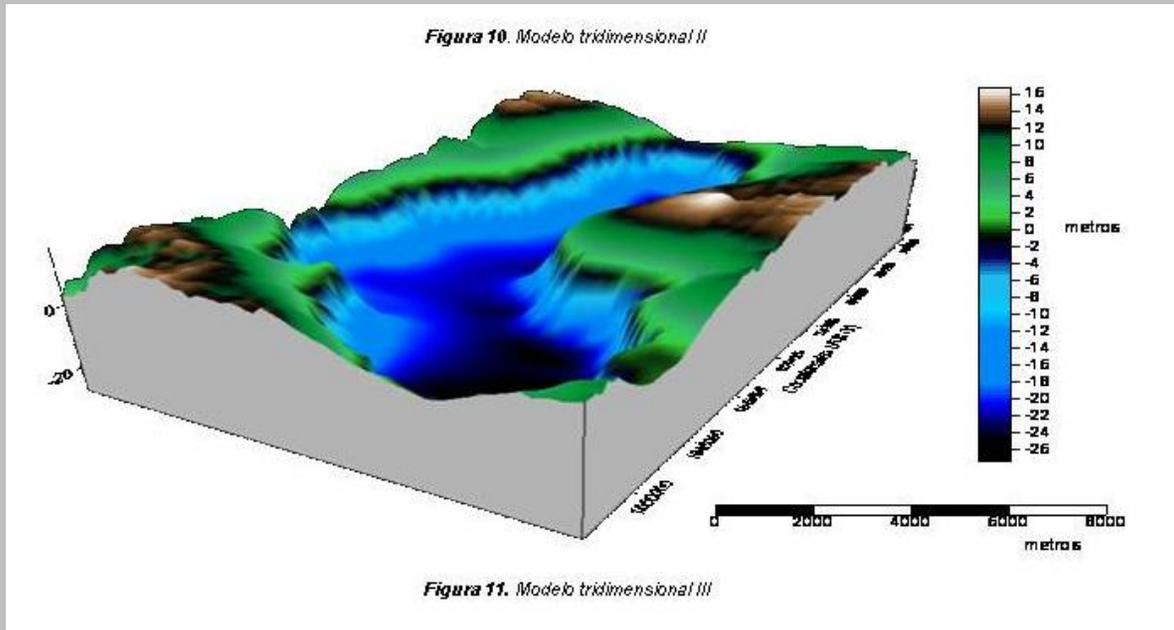
La mayor concentración de nutrientes se encontró en el área de influencia de las casetas ribereñas, debido a que, según los resultados obtenidos hay mayor concentración de Ortofosfatos en esa área, en los puntos 13 y 14 (1.48 y 1.23 mg/l respectivamente) (Anexo 6) en promedio en el área mencionada, hubo una concentración de 1.202 mg/l comparado con 0.790 mg/l que fue registrada en el área comprendida por la empresa Aquafinca. En cambio en el nitrato, se encontraron similitudes entre los puntos medidos, habiendo pequeñas diferencias entre las dos áreas estudiadas de las cuales, en las casetas ribereñas se encontró en promedio una concentración de 4.953 mg/l y en la empresa Aquafinca se encontró 4.947 mg/l.

La época en la que surgen las mayores emisiones, según los resultados obtenidos fueron en la canícula, la cual sucede de mediados del mes de julio hasta mediados de agosto. Esta época es conocida como veranillo que se da en medio de la época lluviosa.”

Conclusiones sobre del trabajo de Díaz indican que en el lago de Yojoa, la concentración de nutrientes son considerables y emitidos en forma permanente por estas actividades, entre otras no evaluadas. En su estudio la concentración de ellos, aunque altos estaban dentro de las normas técnicas nacionales que regulan y vigilan estos parámetros.

Será bueno preguntarnos la capacidad de dilución del lago en relación con estas descargas o dicho en otras palabras, cuanto aguanta el lago? La respuesta estriba en la enorme capacidad “buffer” del cuerpo de agua del lago de Yojoa. Según estudios previos, el lago posee aproximadamente 1.40 km³ de agua (un kilometro cubico es igual a mil millones de metros cúbicos y un metro cubico es igual a un litro), entonces en conclusión las emisiones están

siendo absorbidos por el cuerpo de agua en forma permanente y allí se “esconden” y es altamente posible que otra parte este decantando o precipitando en el lecho del lago de Yojoa por lo que lo que junto al equipo técnico (Geólogos del Mundo Y Esnacifor) se decidió hacer un estudio somero de sedimentos en el Lago para encontrar si es en esta parte donde se están acumulando los distintos contaminantes que en forma de nutrientes bombardean sistemática y permanente nuestro lago de Yojoa.



Tomado de Romero y Mejía (2007)

Estudio de Sedimentos en Lago de Yojoa:

Se desarrolló a finales del año 2010, por los Geólogos del Mundo de Asturias y Esnacifor por intermedio de autor de este documento y con el apoyo de un técnico de la ENEE que facilitó un muestreador de sedimentos, lográndose obtener unas siete muestras en distintos puntos del lago (lugares de poca profundidad) ya que la sonda era para pequeñas profundidades.

Uno de los argumentos principales que se buscó al hacer este trabajo es “el porqué” si la calidad de las aguas en el lago no es tan crítica (dentro de las normas) en cuanto a la concentración de nutrientes diluidos (siempre recuérdese que los “nutrientes” como el fosforo, el nitrógeno o el potasio son tales en los suelos, ya que contribuyen al crecimiento de las plantas, pero presentes en el agua son contaminantes) donde se están yendo o depositando estos elementos que favorecen la eutrofización la proliferación de lechuga y otras plantas acuáticas del lago?

La ruta de análisis se basa en los siguientes argumentos simples:

- 1) Una parte de los nutrientes se diluyen en las aguas y por allí se esconden.

- 2) Una parte de ellos se fijan en tejidos y organismos del medio que favorecen las cadenas tróficas (Lechuga de agua, fitoplancton como fuente de alimentación para peces pequeños herbívoros)
- 3) Una parte de emite a la atmosfera (nitrógeno) por intermedio del ciclo de este elemento.
- 4) Otra parte es oportuno pensar que se está depositando o decantando en el lecho mismo del lago haciendo de él una "arada" muy fértil o rica en nutrientes para la masiva proliferación de otras plantas acuáticas de hábitos superficiales como el "Pinillo de Agua) que ya practicante ha cubierto todo el lago principalmente en las aguas someras. Este aspecto ya fue debidamente comprobado cuando se hacia el muestreo de sedimentos ya que se encontró que prácticamente todo el lago de Yojoa está cubierto por esta especie que conduce a la largo plazo al secamiento del lago.



Las muestras de sedimentos fueron tomadas, preparadas y enviadas a los laboratorios de la FHIA de la Lima con el propósito de tener resultados altamente confiables que permitiesen opinar calificadamente sobre lo que realmente acontece en el lago y plantear alternativas de solución adecuadas.

Abajo se adjuntan algunos de los resultados obtenidos en esta actividad:

Concentraciones de Nutrientes Específicos en el Lecho del Lago de Yojoa.

* Según tabla de nivelación de FHIA (2011)

No	Nutriente	Concentración Encontrada Media	pH muestra de suelo	Interpretación*	Observaciones
1	Fosforo	6.14 mg-kg-1	7.3	Bajo	
2	Nitrógeno	2.68 g/kg	7.2	Alto	
3	Potasio	234 mg-kg-1	6.3	Levemente Alto	
4	Hierro	74.6 mg-dm3	6.9	Alto	
5	Calcio	12,570 mg-kg-1	6.3	Alto.	
6	Zinc	13.1 mg-dm3	6.9	Alto	
7	Materia Orgánica	44.7 g/kg	6.0	Normal a alto	

Los resultados anteriores cuyos resultados completos están en los anexos, demuestran que el rico suelo turboso del fondo del Lago de Yojoa es "fertilizado desde arriba en forma periódica y permanente en una condición que favorece la aparición de diversas especies acuáticas principalmente en las agua someras (poco profundas) donde las especies emergentes aprovechan la luz solar para hacer fotosíntesis y multiplicarse.

No fue posible en presente estudio obtener muestras de lugares profundos del lago debido a la imposibilidad de disponer de equipo adecuado ya que la sonda o "draga" provista por la ENEE solo alcanzan profundidades máximas de 9 metros y sabemos que el lago tiene profundidades hasta de 27 metros.

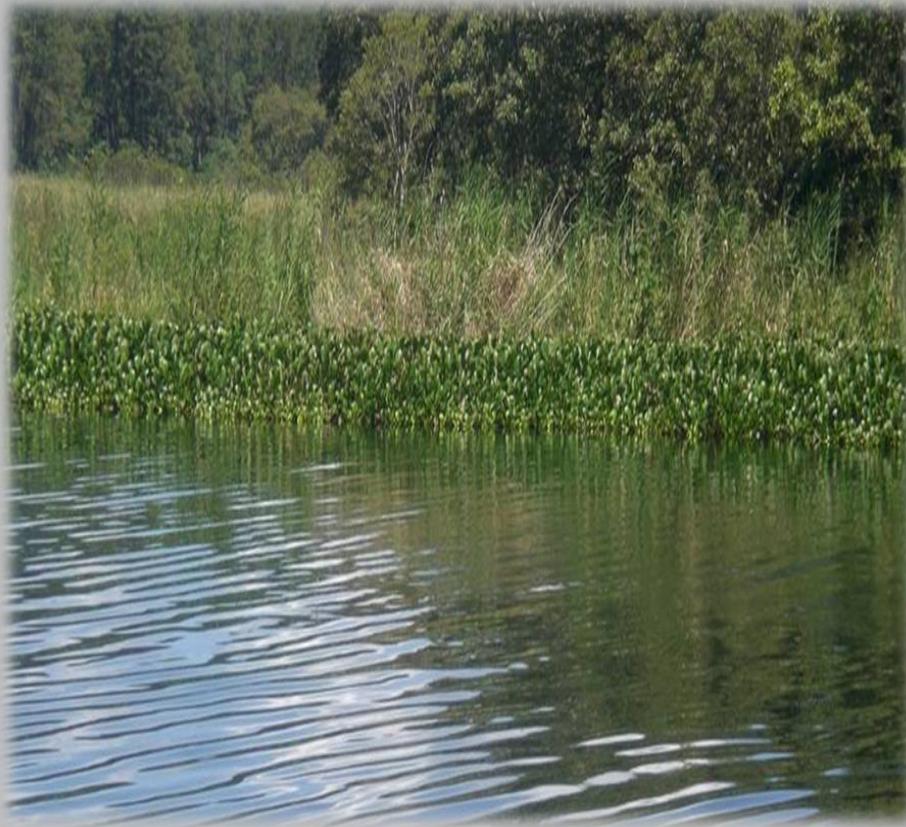
Se supone con toda lógica que los sedimentos de aguas profundas están más cargados de materiales enriquecidos desde arriba por las constantes descargas de elementos desde la superficie (descargas diversas incluyendo las de "desechos sólidos") y desde los tributarios hídricos del Lago.

Una posible explicación del porque el elemento fosforo (de acuerdo a su ciclo) está "bajo" es porque las aves acuáticas del lago y los peces juegan un papel importante en la extracción de este elemento de los lechos marinos.

El fosforo puede provenir de varios orígenes desde la descarga de aguas grises sobre el espejo de agua (los detergentes tienen altos niveles), las emisiones aguas arriba que por escorrentía

arrastran este elemento de suelos bajo cultivo o pueden ser parte integral de los concentrados que se usan en la alimentación de peces producto de la acuicultura intensiva a que es sometido al lago, ya que las harinas de pescado con las que normalmente se hacen estos alimentos, tienen fósforo en su composición.

Por otro lado elementos como el nitrógeno, o potasio favorecen intensivamente la aparición de una diversidad de plantas acuáticas fenómeno conocido como "eutrofización" que en el lago se expande de manera general en sus cuatro puntos cardinales. Los nitratos pueden provenir tanto de lixiviados en suspensión provenientes de áreas agrícolas ubicadas arriba de la cuenca o también por la eyección masiva de desechos de los miles de peces en proceso de engorde en la granjas, sin embargo este estudio no pretende señalar especialmente los causales si no los efectos que se producen en sus aguas.



Finalmente los altos niveles de hierro presentes en las muestras de suelo nos indican que hay emisiones o descargas altas de diversos orígenes, que abarcan desde la descarga por ríos provenientes de aguas arriba (afluentes) o derivadas posiblemente de la alimentación en forma de concentrado que se sirve a los peces ya que el hierro puede presentarse de manera inorgánica (mineral) o en formas inorgánicas en forma de coloides.



Harina de pescado usada frecuentemente en la alimentación de peces puede contener cantidades importantes de fósforo e hierro orgánico.

Se conoce que el hierro en abundantes concentraciones puede conducir a efectos indeseables en ecosistemas acuáticos, entre los efectos más conocidos es la muerte de los peces por asfixia debido al efecto mecánico de este mineral en las agallas que ellos poseen, también puede conducir a una explosión del crecimiento vegetal principalmente en zooplancton o microalgas, ya que el nutriente hierro constituye un nutriente promotor o propulsor para su multiplicación masiva, problema que ya es evidente en ciertas épocas del año en este importante cuerpo de agua dulce de Honduras.



Con respecto a la aparición de esta "marea" cobriza que cubre el lago es posible que la misma sea producida por la llamada "termoclina" que es el intercambio de aguas desde el lecho del lago con las aguas de la superficie por diferencias de la temperatura y la acción del viento que en la zona del lago se comprobó se mueve predominantemente del cuadrante noroeste al sureste (ello también "empuja las "balsas" de lechugas flotantes hacia ese sector), lo que perfectamente puede levantar los sedimentos más livianos de las partes del lecho más profundas hacia la superficie que luego "navegan" empujados por el viento predominante y que también produce un "enriquecimiento" de las aguas de la superficie promoviendo la expansión de fito biodiversidad acuática y se estima que la misma aparece en cada estación seca cuando las aguas superficiales se calientan y promueve el volteo de las aguas más profundas.

Las grandes almas tiene voluntades, las débiles tan solo deseos. Proverbio chino.

VIII ESTRATEGIAS PARA EL ABORDAJE DEL PROBLEMA

En diversas encuentros en que se ha participado con las fuerzas vivas del lago y cuando se ha tocado el tema de quien es el responsable de la contaminación del mismo, con frecuencia ocurre que se señalan unos a otros como responsables o se califica a aquel o aquella como la mayor contaminante.

En este capítulo se intentará exponer algunas ideas de cómo este problema puede ser abordado en forma integral por todos los actores y colocando cada quien su cuota de aporte a fin de trabajar de manera sistemática y sostenible en varios aspectos que el lago no solo merece si no que urge deben hacerse desde ahora.

Todos los actores del lago (ganaderos, casetas de venta de pescado frito, dueños de restaurantes y hoteles, pescadores, acuiculturas, turistas, etc.) deseamos los máximos bienes que el mismo pueda ofrecer; ¿pero qué es un bien? para una persona puede ser la naturaleza preservada, para otros pistas acuáticas de motoski por mayor. Para unos pueden ser estuarios donde se alimenten y reproducen patos raros, mientras que para otra pueden ser terrenos para pastoreo de vacas, para unos determinadas cantidades de miles de toneladas de filetes de tilapias, para otros habitaciones y restaurante llenos de turistas, comparar un bien con otro es, solemos decir, imposible, porque estos bienes son inconmensurables, y los inconmensurables no pueden compararse.

Sin embargo, producir estos bienes lleva implícito generar un impacto ambiental y de hecho se dice que toda actividad humana genera un impacto y simplemente al disfrutar de un dulce o un refresco muchas veces no sabemos que hacer con el recipiente o envoltura y muchos sencillamente tiran ese desecho en cualquier lugar.

Se sabe que los cuerpos lenticos (de aguas relativamente quietas, los ríos son loticos ya que se mueven constantemente) como el lago de Yojoa son más susceptibles a la contaminación porque no hay suficiente agitación del agua lo que permite poca oxigenación (léase aireación) lo que conduce a una menor efectividad de organismos aerobios degradar los contaminantes, entonces en ausencia de largos periodos de viento, los cuerpos de agua pueden literalmente "podrirse" si no se manejan integralmente.

Como lo destacó Juan Pablo II en su Mensaje para la Jornada de la Paz de 1990; la situación medioambiental en varias latitudes y escalas constituye "un problema moral de grandes proporciones pues una ética ecológica implica el abandono de una moral utilitarista e individualista, postula la aceptación del principio del destino universal de los bienes de la creación y la promoción de la justicia y la solidaridad como valores indispensables

La programación del desarrollo económico en el lago debe considerar atentamente "la necesidad de respetar la integridad y los ritmos de su naturaleza", porque los recursos naturales son limitados y algunos no son renovables. Cualquier actividad económica que se

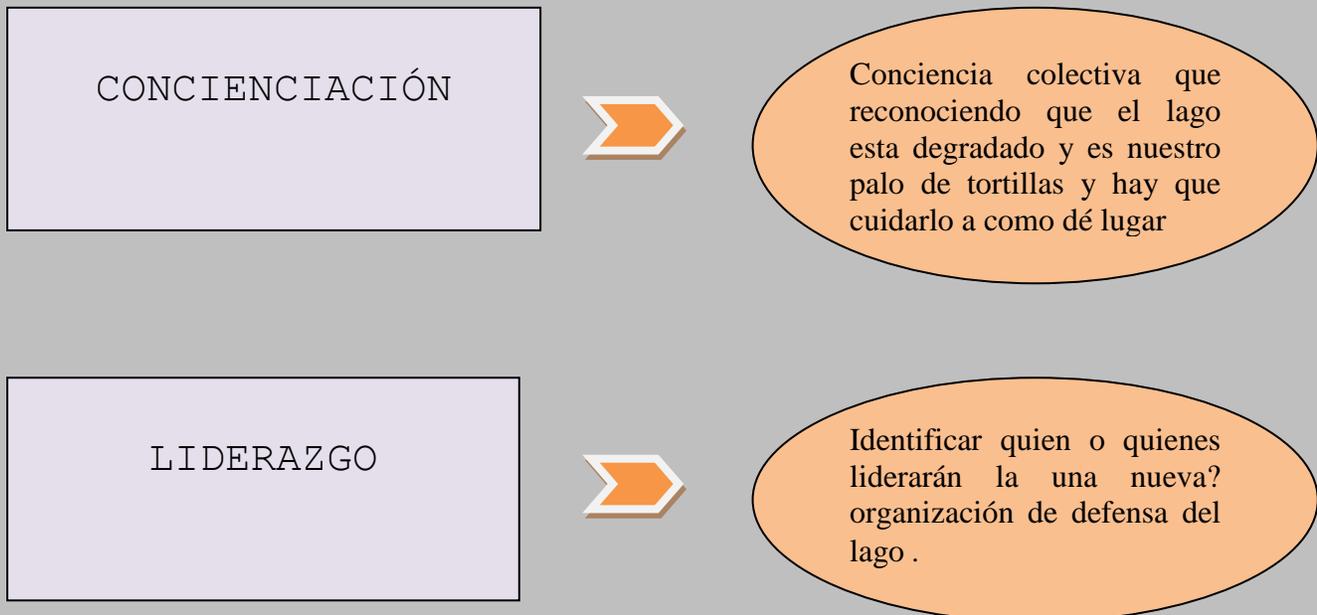
servir de los recursos naturales debe preocuparse también de la salvaguardia del medio ambiente y prever sus costos, que se han de considerar como « un elemento esencial del costo actual de la actividad económica ». El clima, y paisajes, por ejemplo son bienes que deben ser protegidos y requieren que los consumidores y los agentes de las actividades industriales desarrollen un mayor sentido de responsabilidad en sus comportamientos

Como dice Harry Hardin en su artículo "The Tragedy of Commons" el lago también ya no tiene soluciones técnicas ya que todas han sido expuestas y pocas seguidas o consideradas, Hardin dice finalmente que los problemas de degradación de los recursos naturales tienen que ver con valores humanos y la moralidad de los que con ellos interactúan.

La única manera que los problemas del lago se pueden revertir o amortiguar es que cada quien, cada actor este consciente que todo depende él y de nadie más.

Se trata que cada persona, empresa, comerciante, locatario asigne un porcentaje de sus ganancias (1,,2, 5%) para la protección del medio ambiente local, una protección integrada, sistemática y sostenible, igualmente respetada y aceptada por la generalidad allí presente y fomentada, incentivada y supervisada por el gobierno a través de los organismo allí presentes.

Por lo anterior y considerando experiencias previas exitosas en otros escenarios se propone la siguiente mecánica (claro que ya se ha avanzado en varias etapas de las aquí se proponen):



ORGANIZACIÓN



Sera un comité, un bloque popular, una comisión, será importante definir el tipo de organización. También puede ser alrededor de las existentes.

ACCIÓN



No existen ni existirán resultados sin acción, en el caso del lago, sacrificios en tiempo, recursos propios y trabajo es requerido.

CONSTANCIA



Constancia para romper apatías tradicionales comunes en Honduras, para atraer más gente a la lucha

DETERMINACION



Significa no cambiar la “ruta del barco”, todos debemos estar conscientes del destino y desafíos de la lucha.

ACOMPañAMIENTO



Significa, como se dice en el argot popular “andar en la jugada” sin duda alguna estos procesos no hay que despegarseles porque pueden llevar giros inesperados.

CONVICCION



Convicción de que se lograrán los objetivos, la misma debe ser parte de todos los actores en lograr los resultados.

CABILDEOS



Reuniones extraordinarias para llevar posiciones comunes, normalmente en sesiones de cabildo abierto esto es imperativo.

PRESION



Es útil una buena dosis de presión sobre los actores claves. En Honduras, la parece que la presión es el único camino para lograr las cosas.

META



Todo lo anterior conducirá a lograr lo que todos deseamos para el lago de Yojoa.

En qué punto se está ahora mismo? Cada quien podrá opinar lo que piensa, pero en concreto, que se tiene actualmente además de una clara conciencia del problema?. En esencia la

IX CONCLUSIONES.

- 1) Los estudios de calidad de las aguas superficiales hechas en el Lago por Esnacifor y Geólogos del Mundo concluyen que existen contaminantes diluidos en el agua y que los mismos experimentan fluctuaciones a la largo del año.
- 2) Se concluye que estos contaminantes son descargadas por diversas fuentes y en el caso específico de este trabajo se describen los emitidos por las actividades de acuicultura que se practican en la zona central del lago (partes más profundas) lo mismo por las casetas que se sitúan en rivera NE-SE del lago igualmente en su cuadrante Norte.
- 3) La lechuga de Agua no es un elemento contaminante, es una consecuencia de lo que sucede en sus aguas, la lechuga de agua (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms), tiene gran potencial para ser usado como bio-fertilizante por su gran riqueza de fosforo, nitrógeno, potasio, entre otros. Se puede usar solo o combinado con hojas de Gualiqueme o pito (*Eritrina fussia*) común en la zona de lago y también rica en nutrientes, el proceso para su conversión en abono puede conocerse en detalle en Esnacifor-Siguatepeque.
- 4) También se estableció en el curso de esta cooperación de investigación conjunta Geólogos del Mundo-ESNACIFOR que la lechuga de agua posee la virtud de actuar como depuradora (limpiadora) de las aguas del lago al extraer los contaminantes diluidos que de otra forma alimentarían aun mas las otras especies acuáticas allí presentes contribuyendo a su multiplicación,
- 5) La Lechuga de agua por ser flotante y relativo bajo peso es más fácil extraerla del lago que otras acuáticas allí presentes. Lo anterior equivale a poner estos organismos a nuestro servicio en forma gratuita y una vez que nos hagan el trabajo que requerimos sacarlas para abono en tierra firme, no se recomienda extraerlas totalmente ya que otros organismos pudieran aprovechar esos nutrientes en exceso que estarían "disponibles".
- 6) El estudio hecho por un estudiante de Esnacifor concluyó que es altamente factible, sinérgico y pudiera ser rentable generar microempresas dedicadas a extraer la lechuga en épocas apropiadas como una actividad estacional como la corta de café y este producto debe comercializarse y venderse con los mismos agricultores de la zona

quienes deberán absorber este producto para fomentar la sostenibilidad de la actividad y la conservación del lago.

- 7) Con respecto a la mancha cobriza o marea roja que ahuyenta a los turistas debido a su fétido olor, este estudio concluye que se origina muy probablemente por la "termoclina" que levanta los sedimentos livianos presentes en el lecho del Lago y los sube a la superficie en ocasiones favorables (cambios bruscos de temperaturas, o cambio de la estación seca a la húmeda), el viento predominantemente sureste hace el resto y los conduce a donde casualmente están distribuidas la mayoría de casetas de venta de pescado que hay en lago, causando ese efecto indeseable para estos sectores.

Ese "volteo" puede también ser responsable en algunas ocasiones de la muerte de peces por acción del "metano", gas natural que como producto de la descomposición anaeróbica de materia orgánica (desechos) que ocurre en el lecho de agua se libera hacia arriba. Este gas es toxico o mortal al ser absorbido por las "manchas" de peces que entran en contacto con él.

- 8) Se vuelve a poner de relieve en estos estudios la tremenda necesidad que la planta de tratamiento de aguas negras construida para el sector sureste del Lago sea habilitada y sin excusas cuanto antes. El porqué aun no está operando cuando ya una gran inversión que sobre ella se ha hecho es desconocido e incomprensible.

X. RECOMENDACIONES

- 1) Se sabe que AQUIFINCA opera en el sector del embalse del "Cajón" en Santa Cruz de Yojoa (Honduras) donde según sus funcionarios hasta un 10% de la capacidad instalada de producción (jaulas, etc) las facilita para que los pescadores independientes organizados de las comunidades aledañas a la zona y que operan en el mismo sector puedan obtener ingresos. Este gesto solidario de esta empresa ha dinamizado esa región mejorando la calidad de vida de las familias conectadas a esta actividad. AQUAFINCA finca igualmente y para el Lago de Yojoa podría asignar un bajo porcentaje de sus ganancias para el manejo y protección del mismo, pero no solo ella, sino también los Acuicultores independientes que operan en el mismo sector. Igual el comercio de casetas de venta de pescado, los hoteles y demás actores que de él se benefician directa o indirectamente.
- 2) Se recomienda especialmente un muestreo sistemático de los sedimentos profundos del lago, especialmente en aquellas partes de su lecho donde se han colocado las jaulas de pescado, para adquirir mayor criterios sobre cómo manejar y gestionar más eficientemente esta actividad.
- 3) Se considera que el Lago debe estar bajo un estricto plan de manejo integrado con soporte financiero efectivo conducente a lograr su sostenibilidad en el mediano plazo y regular en el corto aquellas actividades que ya se identificaron están emitiendo contaminación en forma permanente en él. Este deberá ser impulsado, canalizado, fomentada por HONDULAGO en el corto plazo.
- 4) En otra actividad conectada al lago y conducida por los Geólogos del Mundo de Asturias como ser la planta de tratamiento de desechos sólidos a operar en el sector del "Bambú", todos los comercios, hoteles y ventas de pescado deberán estar dentro de él, los negocios que deliberadamente no entren en el, no se consideran "amigos" o "socios" del lago. AMUPROLAGO deberá implementar el sello de la Huella del Lago donde aquellos negocios, hoteles o empresas que la tengan tendrán la preferencia al consumo de los turistas, y público en general como un estímulo a ese esfuerzo.



La vida solo tiene valor cuando tiene un objetivo valioso. Hegel.

BIBLIOGRAFIA

- BETANCOURT, JA Y DULIN, P. 1978. Plan de Uso Múltiple del Lago de Yojoa, Informe final, Tegucigalpa, Honduras. 196 p.
- DIAZ GUTIERREZ J. 2010. Análisis espacial y temporal de las aguas superficiales de los restaurantes ribereños y los sistemas intensivos de acuicultura; y su relación con la eutrofización del lago de Yojoa, Honduras. Tesis Ingeniero Forestal. Escuela Nacional de Ciencias Forestales. Siguatepeque, Honduras. 92 pp.
- HOUSE, P. R., TROCHEZ, D. Y., RIVAS, M. 2003. Diagnóstico Ambiental del Lago de Yojoa, Honduras, 1.ed. The Nature Conservancy: AMUPROLAGO, Tegucigalpa, Honduras. 104. pp.
- LABRADA, R. CASELEY, C. PARKER, C. 1996. Manejo de malezas para países en desarrollado. Italia. 408 p.
- MARTINEZ LOPEZ, EA. 2010. uso de la *eichhornia crassipes* (mart.) solms existente en el lago de Yojoa, como fuente de biofertilizante, Lago de Yojoa. Tesis Ingeniero Forestal. Escuela Nacional de Ciencias Forestales. Siguatepeque, Honduras. 58 pp.
- GARCIA JOAN, RUIZ ANNA, JUNQUERAS XAVIER. 1997. Depuración de aguas residuales urbanas mediante humedales construidos, en tecnología del agua. Vol 165: 58-65.
- ROLDAN, GABRIEL. RAMIREZ, JOHN. 2008. Fundamentos de limnología neotropical. 2 ed. Imprenta universidad de Antioquia, Colombia. 413 p
- ROMERO, F. Y MEJIA, N. 2007. Batimetría del lago de Yojoa. TATASCAN. 19(2):81-83 pp, ESNACIFOR. Siguatepeque, Honduras.

ANEXOS

FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA
LABORATORIO QUÍMICO AGRÍCOLA
RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre: Geólogos del Mundo

Municipio: Lago de Yojoa

Identificación: P-A

Departamento: Cortes

No. Solicitud: 28710

Cultivo: sin cultivo

No. Laboratorio: 2060

Fecha: 02 de noviembre de 2010

pH	7.3	A	Hierro (Fe)	13.3 mg/dm ³	M	Interpretación
Materia Orgánica	12.7 g/kg	B	Manganeso (Mn)	13.0 mg/dm ³	A	$\% = \frac{\text{g/kg}}{10}$ ppm = mg kg ⁻¹ ppm = mg/dm ³ A = Alto M = Medio B = Bajo
Nitrogeno Total	0.64 g/kg	B	Cobre (Cu)	4.80 mg/dm ³	A	
Fosforo (P)	1 mg kg ⁻¹	B	Zinc (Zn)	49.50 mg/dm ³	A	
Potasio (K)	67 mg kg ⁻¹	B	Boro (B)	0 mg/dm ³	B	
Calcio (Ca)	39410 mg kg ⁻¹	A				
Magnesio (Mg)	198 mg kg ⁻¹	M				
Azufre (S)	0 mg kg ⁻¹	B				

Recomendación: Kilogramo/Hectarea

Nitrogeno (N):

Calcio (CaO):

Zinc (Zn):

Fosforo (P₂O₅):

Magnesio (MgO):

Boro (B):

Potasio (K₂O):

Azufre (S):

Comentario:

Sin recomendacion

Julio S. Herrera, M. Sc.
Jefe Lab. Químico Agrícola

FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA
LABORATORIO QUÍMICO AGRÍCOLA

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre: Geólogos del Mundo

Municipio: Lago de Yojoa

Identificación: P-B

Departamento: Cortes

No. Solicitud: 28710-1

Cultivo: sin cultivo

No. Laboratorio: 2061

Fecha: 02 de noviembre de 2010

pH	7.2	A	Hierro (Fe)	80.0 mg/dm ³	A	Interpretación $\% = \frac{\text{g/kg}}{10}$ $\text{ppm} = \text{mg kg}^{-1}$ $\text{ppm} = \text{mg/dm}^3$ A = Alto M = Medio B = Bajo
Materia Organica	62 g/kg	A	Manganeso (Mn)	9.9 mg/dm ³	M	
Nitrogeno Total	3.1 g/kg	M	Cobre (Cu)	4.40 mg/dm ³	A	
Fosforo (P)	2 mg kg ⁻¹	B	Zinc (Zn)	5.40 mg/dm ³	A	
Potasio (K)	145 mg kg ⁻¹	M	Boro (B)	0 mg/dm ³	B	
Calcio (Ca)	14540 mg kg ⁻¹	A				
Magnesio (Mg)	108 mg kg ⁻¹	B				
Azufre (S)	0 mg kg ⁻¹	B				

Recomendación: Kilogramo/Hectarea

Nitrogeno (N):

Calcio (CaO):

Zinc (Zn):

Fosforo (P₂O₅):

Magnesio (MgO):

Boro (B):

Potasio (K₂O):

Azufre (S):

Comentario:

Sin recomendacion

Julio S. Herrera, M. Sc.

Jefe Lab. Químico Agrícola

FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA
LABORATORIO QUÍMICO AGRÍCOLA

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre: Geólogos del Mundos

Municipio: Lago de Yojoa

Identificación: P-C

Departamento: Cortes

No. Solicitud: 28710-2

Cultivo: sin cultivo

No. Laboratorio: 2062

Fecha: 02 de noviembre de 2010

pH	6.3	M	Hierro (Fe)	77 mg/dm ³	A	Interpretación % = $\frac{\text{g/kg}}{10}$ ppm = mg kg ⁻¹ ppm = mg/dm ³ A = Alto M = Medio B = Bajo
Materia Organica	62.7 g/kg	A	Manganeso (Mn)	43.2 mg/dm ³	A	
Nitrogeno Total	3.14 g/kg	M	Cobre (Cu)	0.42 mg/dm ³	B	
Fosforo (P)	5 mg kg ⁻¹	B	Zinc (Zn)	0.90 mg/dm ³	B	
Potasio (K)	255 mg kg ⁻¹	A	Boro (B)	0 mg/dm ³	B	
Calcio (Ca)	4920 mg kg ⁻¹	M				
Magnesio (Mg)	227 mg kg ⁻¹	M				
Azufre (S)	0 mg kg ⁻¹	B				
Recomendación: Kilogramo/Hectarea Nitrogeno (N): Calcio (CaO): Zinc (Zn): Fosforo (P ₂ O ₅): Magnesio (MgO): Boro (B): Potasio (K ₂ O): Azufre (S):						
Comentario: Sin recomendacion						

Julio S. Herrera, M. Sc.
Jefe Lab. Químico Agrícola

FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA
LABORATORIO QUÍMICO AGRÍCOLA

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre: Geólogos del Mundo

Municipio: Lago de Yojoa

Identificación: P-D

Departamento: Cortes

No. Solicitud: 28710-4

Cultivo: Sin cultivo

No. Laboratorio: 2063

Fecha: 02 de noviembre de 2010

pH	6.9	A	Hierro (Fe)	89 mg/dm ³	A	Interpretación $\% = \frac{\text{g/kg}}{10}$ ppm = mg/kg ppm = mg/dm ³ A = Alto M = Medio B = Bajo
Materia Orgánica	44 g/kg	M	Manganeso (Mn)	9.9 mg/dm ³	M	
Nitrogeno Total	2.22 g/kg	M	Cobre (Cu)	3.70 mg/dm ³	A	
Fosforo (P)	9 mg kg ⁻¹	B	Zinc (Zn)	12.10 mg/dm ³	A	
Potasio (K)	74 mg kg ⁻¹	B	Boro (B)	0 mg/dm ³	B	
Calcio (Ca)	14480 mg kg ⁻¹	A				
Magnesio (Mg)	198 mg kg ⁻¹	M				
Azufre (S)	0 mg kg ⁻¹	B				

Recomendación: Kilogramo/Hectarea

Nitrogeno (N):

Calcio (CaO):

Zinc (Zn):

Fosforo (P₂O₅):

Magnesio (MgO):

Boro (B):

Potasio (K₂O):

Azufre (S):

Comentario:

Sin recomendación

Julio S. Herrera, M. Sc.
Jefe Lab. Químico Agrícola

FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA
LABORATORIO QUÍMICO AGRÍCOLA

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre: Geologos del Mundo

Municipio: Lago de Yojoa

Identificación: P-E

Departamento: Cortes

No. Solicitud: 28710-5

Cultivo: Sin cultivo

No. Laboratorio: 2064

Fecha: 02 de noviembre de 2010

pH	6.3	M	Hierro (Fe)	95 mg/dm ³	A	Interpretación $\% = \frac{\text{g/kg}}{10}$ $\text{ppm} = \text{mg kg}^{-1}$ $\text{ppm} = \text{mg/dm}^3$ A = Alto M = Medio B = Bajo
Materia Organica	90.6 g/kg	A	Manganeso (Mn)	6.6 mg/dm ³	M	
Nitrogeno Total	4.53 g/kg	A	Cobre (Cu)	0.72 mg/dm ³	M	
Fosforo (P)	10 mg kg ⁻¹	M	Zinc (Zn)	6.30 mg/dm ³	A	
Potasio (K)	235 mg kg ⁻¹	A	Boro (B)	0 mg/dm ³	B	
Calcio (Ca)	4760 mg kg ⁻¹	M				
Magnesio (Mg)	171 mg kg ⁻¹	M				
Azufre (S)	0 mg kg ⁻¹	B				
Recomendación: Kilogramo/Hectarea Nitrogeno (N): Calcio (CaO): Zinc (Zn): Fosforo (P ₂ O ₅): Magnesio (MgO): Boro (B): Potasio (K ₂ O): Azufre (S):						
Comentario: Sin comentario						

Julio S. Herrera, M. Sc.
Jefe Lab. Químico Agrícola

FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA
LABORATORIO QUÍMICO AGRÍCOLA

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre: Geólogos del Mundo

Municipio: Lago de Yojoa

Identificación: P-F

Departamento: Cortes

No. Solicitud: 28710-6

Cultivo: sin cultivo

No. Laboratorio: 2065

Fecha: 02 de noviembre de 2010

pH	6.9	A	Hierro (Fe)	65 mg/dm ³	A	Interpretación $\% = \frac{\text{g/kg}}{10}$ $\text{ppm} = \text{mg kg}^{-1}$ $\text{ppm} = \text{mg/dm}^3$ A = Alto M = Medio B = Bajo
Materia Organica	61.4 g/kg	A	Manganeso (Mn)	6.3 mg/dm ³	M	
Nitrogeno Total	3.07 g/kg	M	Cobre (Cu)	2.1 mg/dm ³	A	
Fosforo (P)	14 mg kg ⁻¹	M	Zinc (Zn)	15.90 mg/dm ³	A	
Potasio (K)	344 mg kg ⁻¹	A	Boro (B)	0 mg/dm ³	B	
Calcio (Ca)	5770 mg kg ⁻¹	M				
Magnesio (Mg)	194 mg kg ⁻¹	M				
Azufre (S)	0 mg kg ⁻¹	B				
Recomendación: Kilogramo/Hectarea Nitrogeno (N): Calcio (CaO): Zinc (Zn): Fosforo (P ₂ O ₅): Magnesio (MgO): Boro (B): Potasio (K ₂ O): Azufre (S):						
Comentario: Sin recomendacion						

Julio S. Herrera, M. Sc.
Jefe Lab. Químico Agrícola

FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA
LABORATORIO QUÍMICO AGRÍCOLA
RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre: Geólogos del Mundo

Municipio: Lago de Yojoa

Identificación: P-G

Departamento: Cortes

No. Solicitud: 28710-7

Cultivo: sin cultivo

No. Laboratorio: 2066

Fecha: 02 de noviembre de 2010

pH	6.0	M	Hierro (Fe)	103 mg/dm ³	A	Interpretación $\% = \frac{\text{g/kg}}{10}$ $\text{ppm} = \text{mg kg}^{-1}$ $\text{ppm} = \text{mg/dm}^3$ A = Alto M = Medio B = Bajo
Materia Orgánica	40.9 g/kg	M	Manganeso (Mn)	9.2 mg/dm ³	M	
Nitrogeno Total	2.05 g/kg	M	Cobre (Cu)	0.68 mg/dm ³	M	
Fosforo (P)	2 mg kg ⁻¹	B	Zinc (Zn)	1.50 mg/dm ³	M	
Potasio (K)	519 mg kg ⁻¹	A	Boro (B)	0 mg/dm ³	B	
Calcio (Ca)	4110 mg kg ⁻¹	M				
Magnesio (Mg)	305 mg kg ⁻¹	A				
Azúfre (S)	0 mg kg ⁻¹	B				
Recomendación: Kilogramo/Hectarea Nitrogeno (N): Calcio (CaO): Zinc (Zn): Fosforo (P ₂ O ₅): Magnesio (MgO): Boro (B): Potasio (K ₂ O): Azúfre (S):						
Comentario: Sin recomendación						

Julio S. Herrera, M. Sc.
Jefe Lab. Químico Agrícola

Anexo . Resultados de analisis quimicos del agua en el lago de Yojoa



Fundación Hondureña de Investigación Agrícola

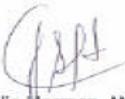
CODIGO: RT-41
Versión No. 1
Pág. 1/1

Laboratorio Químico Agrícola
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

Cliente: Geólogos del Mundo	Muestra No.: 1246-1260
Dirección: Sta. Cruz de Yojoa	Fecha de Ingreso: 10/08/10
Contacto: Astrid Gonzáles	Fecha de Ejecución del Análisis: 20 de agosto del 2010
Entregada Por: Ella misma	Solicitud #: 28489
Mtra. Recolectada Por: El Cliente	Factura #: 4636
Matriz: Agua superficial	Informe: Lqa # 0527/10
Identificación: P1E1 – P10E1 y P11E2 - P15E2	Fecha de Emisión de Informe: 08 de septiembre de 2010

Lab. No.:	Identificación	Nitratos (NO ₃)	Fosfatos (PO ₄) (Reactivo)
1246	P1-E1	5.9 mg/l	0.81 mg/l
1247	P2-E1	6.6 mg/l	1.08 mg/l
1248	P3-E1	5.3 mg/l	0.91 mg/l
1249	P4-E1	5.3 mg/l	1.56 mg/l
1250	P5-E1	6.6 mg/l	0.92 mg/l
1251	P6-E1	4.8 mg/l	1.25 mg/l
1252	P7-E1	5.3 mg/l	1.28 mg/l
1253	P8-E1	4.8 mg/l	1.34 mg/l
1254	P9-E1	4.8 mg/l	1.16 mg/l
1255	P10-E1	5.3 mg/l	1.61 mg/l
1256	P11-E2	5.3 mg/l	1.20 mg/l
1257	P12-E2	6.2 mg/l	1.82 mg/l
1258	P13-E2	5.3 mg/l	1.75 mg/l
1259	P14-E2	5.3 mg/l	1.59 mg/l
1260	P15-E2	6.2 mg/l	2.0 mg/l
	Método	4500-NO3 E Colorimetrico	4500-P B,E (S.M.)

-----U.L-----
Método: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th edition 2005.



 Julio Herrera, M.Sc.
 Jefe Lab. Químico Agrícola

Cynthia C./sol28489/agua superficial/lqa527/10

Los resultados presentados corresponden únicamente a las muestras suministradas por el cliente al Laboratorio Químico Agrícola de la FIA.
Este informe de Resultados de Ensayo no se puede reproducir excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita del Lab. Químico Agrícola de la FIA.

Apartado Postal 2067, San Pedro Sula, Cortés, Honduras, C.A.
Tels: PBX: (504) 668-2470, 668-2827, 668-2864, Fax: (504) 668-2313
Correo Electrónico: fhia@fhia.org.hn
La Lima, Cortés, Honduras, C.A.



Fundación Hondureña de Investigación Agrícola

CODIGO: RT-41
Versión No. 1
Pág. 1/1

Laboratorio Químico Agrícola INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

Cliente: Geólogos del Mundo	Muestra No.: 1539-1553
Dirección: Sta. Cruz de Yojoa	Fecha de Ingreso: 30/09/10
Contacto: Astrid Gonzáles	Fecha de Ejecución del Análisis: 07-11 de octubre del 2010
Entregada Por: Ella misma	Solicitud #: 28681
Mtra. Recolectada Por: El Cliente	Factura #: 4824
Matriz: Agua superficial	Informe: Lqa # 0612/10
Identificación: Varias	Fecha de Emisión de Informe: 13 de octubre de 2010

Lab. No.:	Identificación	Nitratos (NO ₃) mg/l	Ortofosfatos (PO ₄) (Fósforo Reactivo) mg/l
1539	P1-E1	3.7	1.13
1540	P1-E2	4.4	0.89
1541	P3-E1	4.2	1.12
1542	P4-E1	4.4	1.02
1543	P5-E1	4.0	0.98
1544	P6-E1	4.6	1.22
1545	P7-E1	4.4	1.19
1546	P8-E1	4.2	1.59
1547	P9-E1	4.0	1.4
1548	P10-E1	4.2	1.25
1549	P11-E2	4.4	1.56
1550	P12-E2	4.8	1.67
1551	P13-E2	4.0	1.85
1552	P14-E2	4.4	1.84
1553	P15-E2	4.4	1.36
	Método	4500-NO₃ E Colorimétrico	4500-P B, E (S.M.)

-----UL-----

Método: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th edition 2005.



 Julio Herrera, M.Sc.
 Jefe Lab. Químico Agrícola

Cinthia C./sol28681/agua superficial/lqa612/10

Los resultados presentados corresponden únicamente a las muestras suministradas por el cliente al laboratorio Químico Agrícola de la FhIA.
Este informe de Resultados de Ensayo no se puede reproducir excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita del Lab. Químico Agrícola de la FhIA.

Apartado Postal 2067, San Pedro Sula, Cortés, Honduras, C.A.
 Tels: PBX: (504) 668-2470, 668-2827, 668-2864, Fax: (504) 668 -2313
 Correo Electrónico: fhia@fhia.org.hn
 La Lima, Cortés, Honduras, C.A.
www.fhia.org.hn

Anexos análisis Químico "Lechuga de Agua".



Fundación Hondureña de Investigación Agrícola

Laboratorio Químico Agrícola INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

CODIGO: RT-41

Versión No. 1

Pág. 1/1

Ciente: Proy. Adoa Global/Elvin Martínez
Dirección: Comayagua
Contacto: Elvin Martínez
Entregada Por: Por el mismo
Mtra. Recolectada por: El Cliente
Matriz: lechuga acuatica
Laboratorio No.: 1329
Identificación:
Lugar: El Cacao

Fecha de Ingreso: 26/08/10
Fecha de Ejecución: 01 al 06/09/10
Solicitud #: 28538
Factura #: 4683
Informe Lqa #: 0559/10
Fecha de Emisión de Informe:
 20 de septiembre del 2010

Lab. No.	Identificación Lote No.	Humedad %	Mat. Orgánica %	Carbono Orgánico %	Relación C/N	pH
1,329	a		62.80	34.54	25.78	6.64
	b	91.53	5.32	2.93	25.78	

Lab. No.	Identificación Lote No.	Nitrógeno %	Fósforo %	Potasio %	Calcio %	Magnesio %	Azufre %
1,329	a	1.34	0.145	2.45	0.22	0.51	0.39
	b	0.114	0.012	0.208	0.019	0.043	0.033

Lab. No.	Identificación Lote No.	Hierro ppm	Manganeso ppm	Cobre ppm	Zinc ppm	Boro ppm
1,329	a	12,100.00	1,400.00	17.00	66.00	35.00
	b	1,024.93	118.59	1.44	5.59	2.96

-----U.L-----

a % en base a materia seca
 b % en base a materia húmeda


 Julio Herrera, M.Sc.
 Jefe Lab. Químico Agrícola



cc/sol28538/Lqa559/10

Los resultados presentados corresponden únicamente a las muestras suministradas por el cliente al laboratorio Químico Agrícola. Este informe de resultados de ensayo no se puede reproducir excepto en su totalidad, sin la aprobación del Lab. Químico Agrícola.
--



Breve información del autor:

Jorge Rolando Meza Palma, es oriundo de la ciudad de Siguatepeque, graduado en la Universidad de ESNACIFOR como Dasonomo, posteriormente obtiene el título de Ingeniero en Ciencias Forestales en la Universidad José Cecilio del Valle de Honduras. Los estudios de Maestría los realizó en el Centro de Estudios Superiores CATIE de Costa Rica y finalmente sus estudios de Doctorado los avanza en la Universidad de Girona, sur de España.

Actualmente labora como Catedrático e Investigador en la ESNACIFOR, ha estado en seminarios y congresos en diferentes países de Latinoamérica y Europa. Además, Asesora y presta servicios para organizaciones internacionales como Rain Forest Alliance, Geólogos del Mundo de Asturias y Universidad de Oviedo España como asesor de tesinas de estudiantes provenientes de esa universidad.

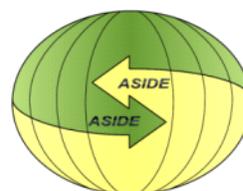


Gobierno del
Principado de Asturias



**DÍA DE LA TIERRA: JORNADA DEDICADA AL ESTUDIO PARA LA
PROTECCIÓN MEDIOAMBIENTAL DE LA CUENCA DEL LAGO YOJOA**

VIERNES 8 DE ABRIL DE 2011



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	Pág.3
2. ANTECEDENTES.....	Pág.4
3. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	Pág.6
4. CALIDAD DE AGUA.....	Pág.7
5. FOCOS DE CONTAMINACIÓN.....	Pág.9
6. BATIMETRÍA.....	Pág.14
7. RECICLAJE.....	Pág.16
8. SANEAMIENTO BÁSICO.....	Pág.19
9. TURISMO SOSTENIBLE.....	Pág.22
10. DIFUSIÓN Y EDUCACIÓN MEDIO AMBIENTAL.....	Pág.24
11. INVESTIGACIÓN GM - ESNACIFOR.....	Pág.27
12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	Pág.29
13. BIBLIOGRAFÍA.....	Pág.31

1. INTRODUCCIÓN:

Geólogos del Mundo es una Organización No Gubernamental para el desarrollo (ONGd) fundada en 1999 bajo patrocinio del Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de España (ICOG) y de la Federación Europea de Geólogos (FEG) que fue declarada de interés público por el Ministerio del Interior de España (BOE Nº 169, el 16 de Julio de 2003).

Su objetivo principal es utilizar el conocimiento geológico para aplicarlo en cooperación internacional de modo conjunto con otras instituciones, tanto locales como no locales y mejorar la calidad de vida de la población.

Para ello, sus principales líneas de actuación son el campo de la hidrogeología, desarrollando proyectos de abastecimiento a comunidades carentes de agua, así como estudios de ayuden a evaluar, identificar... fuentes de abastecimiento que puedan ser usadas por comunidades con determinado grado de necesidad.

Otra línea de actuación es la evaluación de riesgos naturales o impactos ambientales concluyendo a cerca de su origen, naturaleza... y así tomar las medidas oportunas para la prevención.

Finalmente, otra labor de Geólogos del Mundo es la divulgación y educación, trabajo que se realiza tanto en España con distintas instituciones, como en los lugares donde se desarrollan los proyectos.

Geólogos del Mundo cuenta con varias delegaciones en todo el territorio Español, así como una sede central en Madrid, otra en Centro América ubicada en El Salvador y otra en Bruselas.

La delegación que se encuentra trabajando en Honduras y desarrollando sus proyectos ha sido la de Asturias, la cual los ha llevado a cabo gracias al financiamiento del Principado de Asturias mediante la Agencia Asturiana de Cooperación al Desarrollo y también del Excelentísimo Ayuntamiento de Oviedo (España). Gracias a su financiamiento se han ejecutado 15 proyectos en Honduras.

Todos los proyectos realizados en Honduras ha sido en colaboración con contrapartes locales tal y como AMUPROLAGO (Asociación de Municipios para la protección del lago de Yojoa y su área de influencia), ESNACIFOR (Escuela Nacional de Ciencias Forestales) y ASIDE.

1. ANTECEDENTES:

El proyecto “Programa para la regeneración medioambiental de la cuenca del lago Yojoa” surge a través de los convenios existentes entre las diferentes instituciones implicadas en el desarrollo del mismo y la necesidad de llevar a cabo estudios en la zona con el objetivo de ejecutar proyectos que disminuyan los impactos ambientales a los que se ha sometido el lago de Yojoa y de esta forma hacer una adecuada gestión de la cuenca, sostenible con el medio ambiente.

Por medio de la ONG Geólogos del Mundo se obtuvo la subvención de la Agencia Asturiana de Cooperación del Principado de Asturias en Julio del año 2009 para llevar a cabo la primera etapa de este proyecto, la cual se ejecutó durante el periodo Septiembre 2009 – Mayo 2010. Una vez finalizada esta etapa se consigue por mediación del mismo subvencionador, financiamiento para ejecutar una segunda etapa del proyecto que se desarrolló entre los meses de Agosto 2010 - Mayo 2011.

El lago de Yojoa ha sido objeto de gran cantidad de estudios a lo largo de los años, el problema es que la mayor parte de ellos se han quedado simplemente en esa etapa, sin llegar más allá y sin llevar a cabo medidas necesarias para la protección del lago.

Este lago, fue declarado como área protegida en el año 1971 y como Humedal de Importancia internacional por la Convención Ramsar sobre Humedales.

En 1994 nace la Asociación de Municipios del Lago de Yojoa y su radio de influencia (AMUPROLAGO), con el objetivo de: “Conservar el Lago de Yojoa y su Cuenca Tributaria y fortalecer a los municipios miembros en la dinamización económica y social, en el Ordenamiento territorial, mejora ambiental y la capacidad de representatividad institucional, mediante la transferencia de tecnologías en el marco de un desarrollo sostenible y equilibrado”.

Se han producido muchos cambios desde la fundación de esta mancomunidad y hoy en día la conforman **8 municipios** socios:

- Por el departamento de Comayagua: Siguatepeque y San José de Comayagua.
- Por el departamento de Cortés: Santa Cruz de Yojoa y San Francisco de Yojoa.
- Por el departamento de Santa Bárbara: Las Vegas, Gualala, Ilima y San Pedro de Zacapa.

En 1993 se crea ASIDE, la cual es una organización no Gubernamental cuya misión es Proporcionar servicios con eficiencia y calidad de tipo financiero a la pequeña y micro empresa, brindando capacitación y asistencia técnica para el mantenimiento ambiental y el desarrollo socio económico que mejoren las condiciones de vida de la población.

La Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR) fue creada el 28 de noviembre de 1993, por Decreto Ley No. 136/93, emitido por el Honorable Congreso Nacional de la República de Honduras, decretándola como una entidad descentralizada del Estado, con personalidad jurídica y patrimonio propio y de duración indefinida.

La misión es Formar recursos humanos altamente calificados para la preservación y el manejo sostenible de los ecosistemas forestales de Honduras y Latinoamérica; desarrollando de manera eficiente los programas de Enseñanza, Investigación, Capacitación, Extensión, Jardín Botánico y Experimental de Lancetilla y la Producción de Bienes y Servicios.

El año recién pasado (2009) el Congreso Nacional de Honduras aprobó la ley Hondulago, para creando la legislación exclusiva para la subcuenca del lago de Yojoa, mediante el acuerdo ejecutivo 1422-2009, la cual fue publicada en el diario oficial "La Gaceta" el 21 de diciembre de 2009.

Esta legislación que dará origen a una entidad ejecutora funcionará indefinidamente, haciendo cumplir las leyes ordenadas, acuerdos, contratos, control y regularización de las actividades que él se ejecutan y la normativa legalmente establecida que sea aplicable a las actividades ilegales que se desarrollen el lago de Yojoa.

Le corresponden a HONDULAGO las acciones siguientes entre otras:

- Vigilar el cumplimiento de leyes, tratados, convenios, reglamentos ordenanzas, acuerdos, contratos, resoluciones y otras normas aplicables en materia de la gestión de la cuenca del lago de Yojoa, que deban ser observadas por parte de entidades públicas y privadas y los ciudadanos y sus organizaciones.
- Asegurarse del funcionamiento de un centro o unidad de facilitación administrativa para los efectos de tramitar solicitudes y permisos que otorguen las autoridades en relación a su gestión en la cuenca (Honduras, leyes y decretos, 2007).

1. OBJETIVOS DEL PROYECTO:

Generales:

Promover el desarrollo sostenible de la región a través de un esfuerzo mancomunado de los municipios asociados, contribuyendo a la protección y conservación de los ecosistemas existentes en la cuenca del lago de Yojoa y su área de influencia y de los recursos naturales en general, así como el estudio de la calidad de las aguas del Lago Yojoa, junto con la determinación de sus posibles focos de contaminación y la elaboración de medidas para disminuir el impacto negativo que el aumento de las actividades antrópicas, en el área más próxima al lago, está poniendo en riesgo el futuro de este ecosistema único en el país.

Específicos:

- 1.- Fortalecer los municipios, en la dinamización económica y social del territorio, en su ordenamiento territorial y en su representatividad institucional.
- 2.-Proteger, conservar, revalorizar y potenciar los valores naturales, culturales y turísticos del Lago de Yojoa y su área de influencia.
- 3.-Estimular la participación comunitaria en el proceso de protección, conservación y uso adecuado de la riqueza, recursos y valores medioambientales, culturales e históricos.
- 4.-Establecimiento de sistema eficaz de gestión de residuos basado en el reciclaje y la generación de empleo en la región.
- 5.-Disminución de las descargas de aguas contaminantes al lago.
- 6.-Reducción en la tasa de enfermedades.
- 7.-La población de la cuenca del lago de Yojoa es consciente de la problemática de la cuenca y capaz de promover acciones para proteger sus recursos naturales.
- 8.-Base de información actual sobre la cuenca.

1. CALIDAD DE AGUA:

Durante la ejecución de este proyecto se han llevado a cabo análisis periódicos de la calidad del agua Yojoa. En algunos casos se tomaron muestras de agua y sedimentos para analizar en el laboratorio de la FHIA (La Lima) y en otros casos se muestreó la calidad del agua in situ con la sonda multiparamétrica HANNA HI-9828.

Con el objetivo de realizar una evaluación del estado actual de la calidad del agua del lago Yojoa, se seleccionaron diversos puntos del espejo de agua donde realizar un monitoreo frecuente de diversos parámetros (pH, Conductividad, Tª, OD, TSD, salinidad, bacterias...) de modo que se realizase un estudio más o menos homogéneo y tratar de determinar la problemática asociada al lago de Yojoa así como las posibles soluciones a la misma.

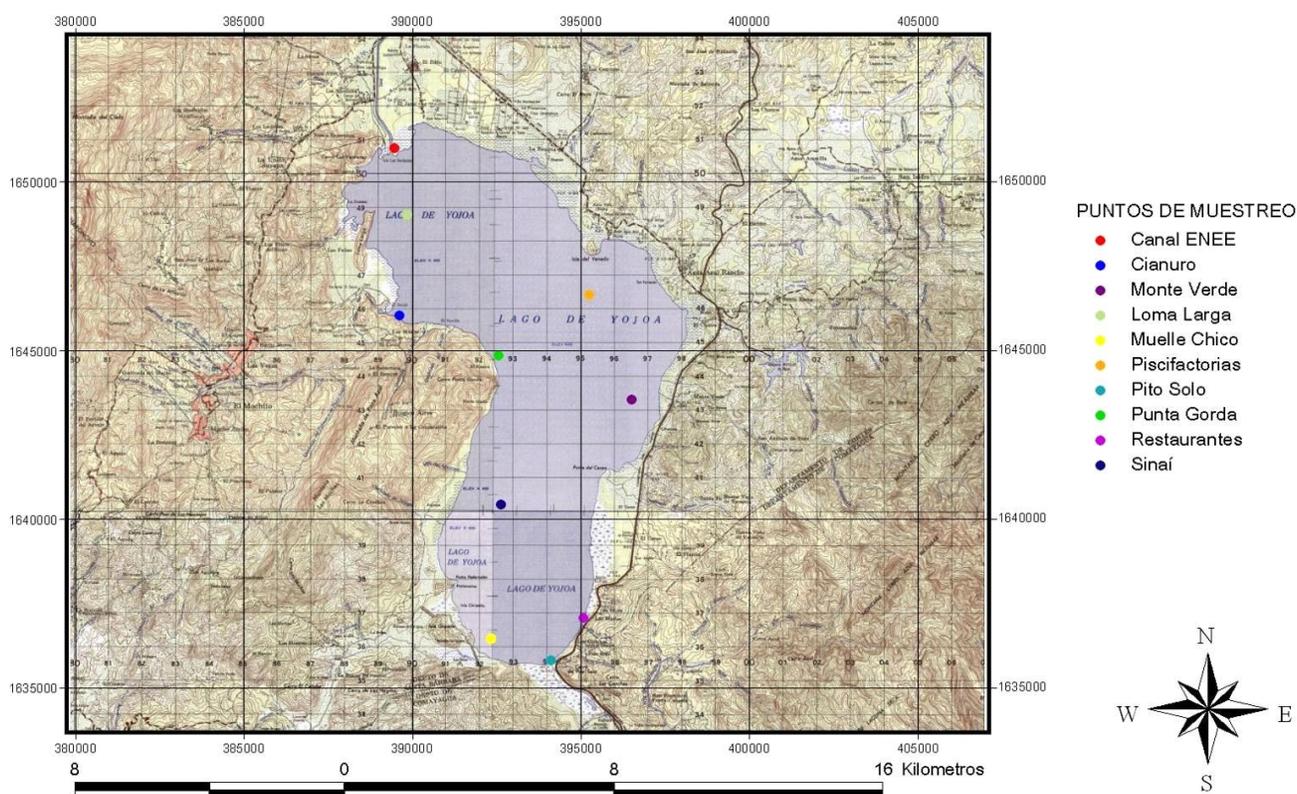


Imagen del mapa de muestreo con los puntos donde periódicamente se ha llevado a cabo el muestreo de calidad de agua.



Fotografías de los muestreos realizados

De los análisis que se han llevado a cabo, los más altos valores se detectan en los parámetros bacteriológicos, los cuales se encuentran a lo largo de la totalidad del espejo de agua. Esta alta concentración de bacterias puede estar relacionada con los inadecuados o inexistentes sistemas de saneamiento de las comunidades de la cuenca del lago Yojoa, así como la presencia de abundantes ganaderías a orillas del lago de Yojoa que no disponen de un adecuado sistema de tratamiento para los residuos derivados de sus actividades.

La temperatura media del lago a lo largo de los muestreos realizados se estima en unos 26° C y su pH se encuentra en 7,7 de modo que se trata un medio moderadamente básico, lo cual implica presencia de Carbonato cálcico en abundantes cantidades, que puede deberse a la existencia de formaciones compuestas de materiales carbonatados (Calizas), una litología muy frecuente en la zona que debido a su disolución puede aportar un exceso de carbonato cálcico a las aguas del lago Yojoa.

Se han detectado amplias variaciones en los valores de Oxígeno disuelto, lo cual puede deberse a la proliferación de las algas que se ha observado en determinadas épocas. No obstante, los valores de DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) los cuales nos indican la cantidad de oxígeno consumida por los microorganismos, no son muy altos, lo cual implica que no se agota rápidamente el oxígeno por competitividad entre los organismos existentes en el lago.

Los valores registrados de Nitratos y Fosfatos, los cuales corresponden a los nutrientes que más influyen en la eutrofización de las aguas, han sido bajos, de modo que parece no ser un problema actualmente en la calidad del agua. De todos modos, cabe destacar que los vertidos humanos y animales aceleran en gran medida este proceso de eutrofización y por tanto es muy importante controlar todas las actividades que desencadenen este tipo de contaminación, como sería el caso de las ganaderías, actividades agrícolas, los vertidos urbanos y la cría de peces dentro del lago.

La presencia de nutrientes en valores normales, cuando es visible la contaminación por estos elementos en el espejo de agua (presencia elevada de lirio acuático) nos hace pensar que algún organismo los pueda estar concentrando y aprovechando, como puede ser el caso de la lechuga o lirio acuático y por ello no se detectan altos niveles en los muestreos de agua y sedimento.

1. FOCOS DE CONTAMINACIÓN:

Uno de los principales problemas del Lago Yojoa es la gran cantidad de focos de contaminación existentes en toda la cuenca como consecuencia de las actividades humanas desarrolladas en la misma. Por ello, se planteó llevar a cabo un reconocimiento sobre el terreno, a lo largo de toda la cuenca, para referenciar los posibles puntos que supondrían un riesgo para la calidad del agua del lago.

El trabajo de campo duró aproximadamente 2 meses, durante los cuales se georeferenciaron todos los posibles focos de contaminación que se encontraron. Una vez reunida toda la información de campo se llevó a cabo un tratamiento de la misma para, mediante el GIS (Sistema de Información Geográfica), elaborar mapas donde se plasmasen estos datos y observar la ubicación y concentración de los mismos para que en un futuro se puedan tomar decisiones sobre la adecuada situación de estos puntos en la cuenca y plantear tal vez la redistribución de éstos.

El mayor problema que se encuentra, no es tanto la situación de éstos con respecto al lago, sino que la mayor parte de estas actividades se realizan sin llevar a cabo ningún tipo de precaución para afectar en menor medida al lago Yojoa.

A modo de resumen, para toda la cuenca del Lago de Yojoa, los principales focos de contaminación a tener en cuenta son:

➤ Residuos urbanos

Las poblaciones carecen de un sistema de eliminación de basuras adecuado, acumulándose las basuras en grandes vertederos sin medidas impermeabilizantes, como el vertedero municipal de Las Vegas (MC-El Cianuro) y el de Peña Blanca (MC-Quebradona), en pequeños basureros ilegales y dispersa en los taludes de las carreteras, caminos, etc., y así mismo carecen de un sistema de depuración de las aguas residuales negras y grises, que acaban desembocando en el lago. Esta contaminación será más importante cuanto mayor sea el número de habitantes, y mayor sea la pobreza en la que viven.

➤ Restaurantes

Las casetas de venta de pescado frito, típicas en esta zona y sobretudo la alta concentración de casetas que se sitúa cerca de Las Conchas (MC-Las Conchas), son un foco de contaminación importante sino se produce la correcta eliminación de los aceites utilizados, teniendo en cuenta además que estas se sitúan al borde del lago.

➤ Ganaderías

Las alta concentración de ganaderías, sobre todo los observados en la zona del Cacao (MC-Las Conchas) y del Rincón (MC-Las Balas y MC-El Cianuro), pueden producir una importante contaminación por vertidos de residuos animales (excrementos sólidos y líquidos), que da lugar a un alto contenido en nutrientes.

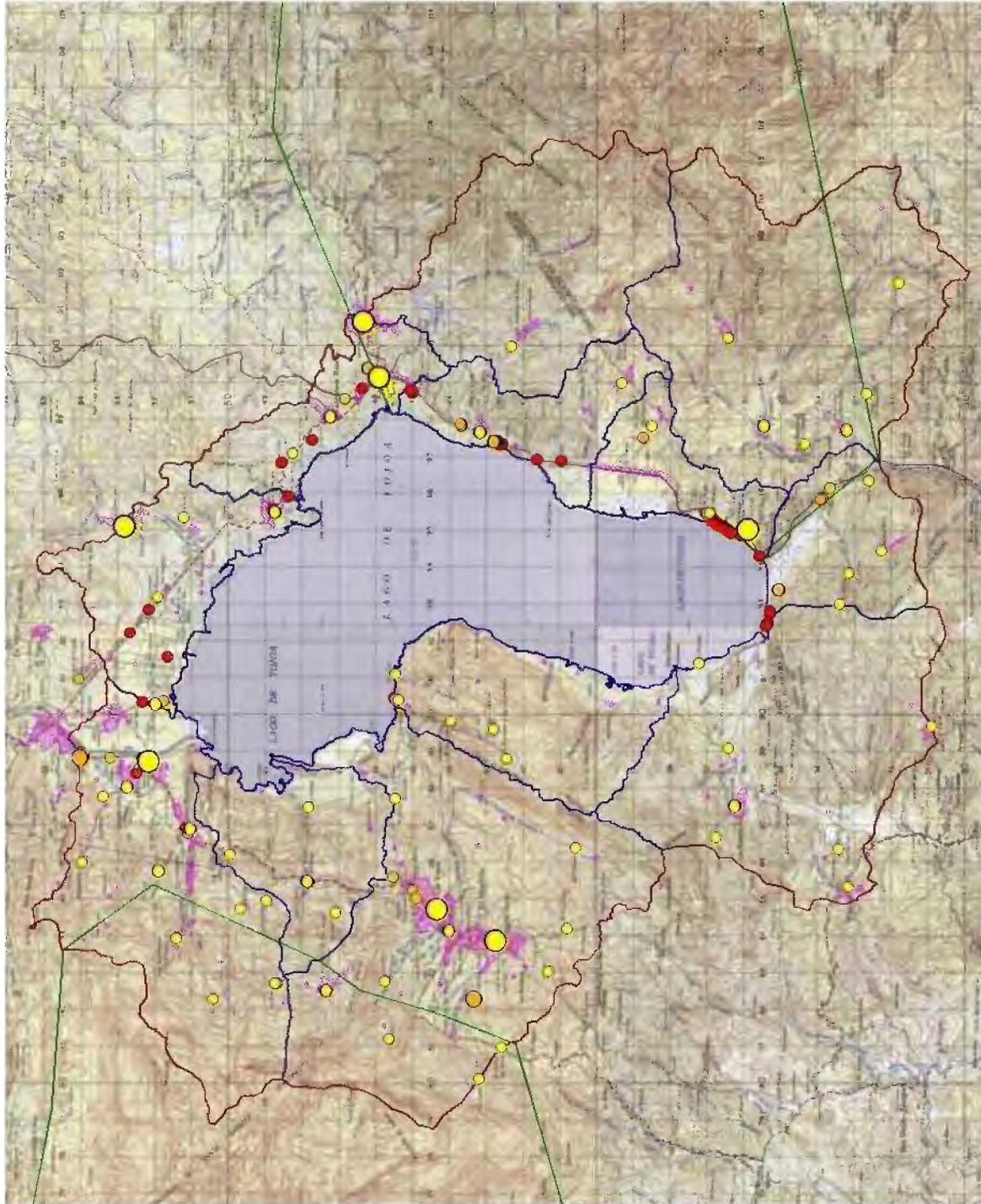
➤ Piscifactorías

Los criaderos de peces, sobre todo los situados dentro del propio lago, son foco de contaminación muy importante, tanto por los excrementos expulsados por los propios peces, como por el sobrante del alimento que no es ingerido por los mismos, lo que produce un aporte alto de nutrientes a las aguas del lago.

➤ Minería

La Mina El Mochito, es otro foco de contaminación importante, se extrae zinc y plomo, que son metales pesados muy contaminantes, y la contaminación puede ser tanto por la propia extracción del material como por su posterior procesamiento, debido a los métodos y/o productos utilizados, que a su vez son almacenados en lugar potencialmente peligrosos.

Existen más focos de contaminación importantes a tener en cuenta, como los cultivos, las avícolas, las llanteras y gasolineras, etc, pero estos dentro de la cuenca del Lago de Yogoá, se encuentran en una menor medida, por lo que son focos de contaminación más locales.



CONTAMINACION POR ACTIVIDAD URBANA

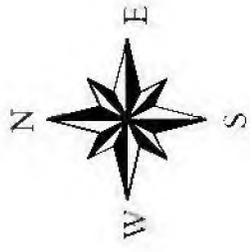
Poblaciones (hab. censo 2001)

- 1000 - 7500
- 500 - 1000
- 50 - 500

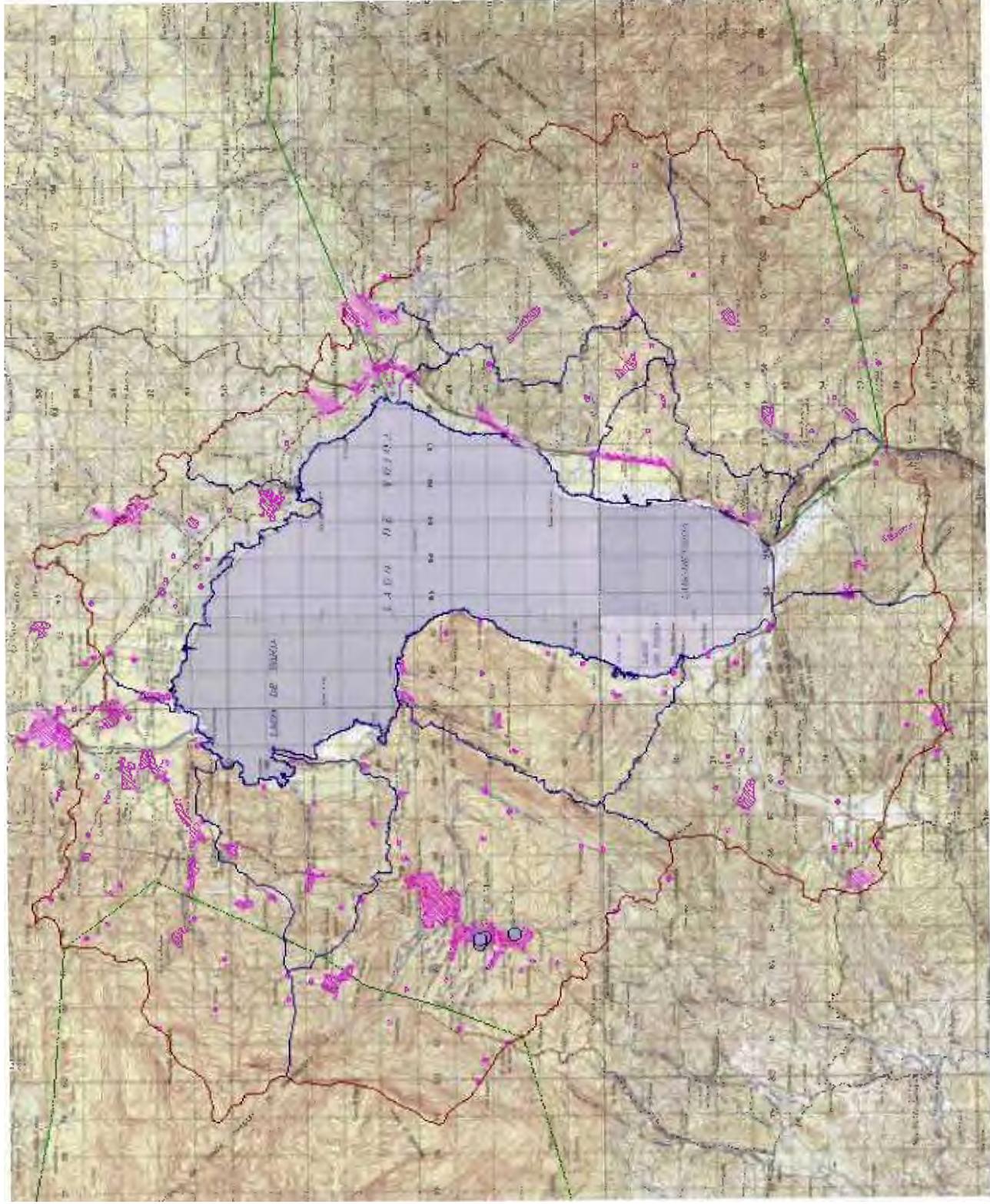
● Basureros

● Restaurantes

○ Ind automovil

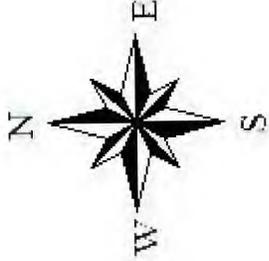


7 0 7 14 Kilom eters



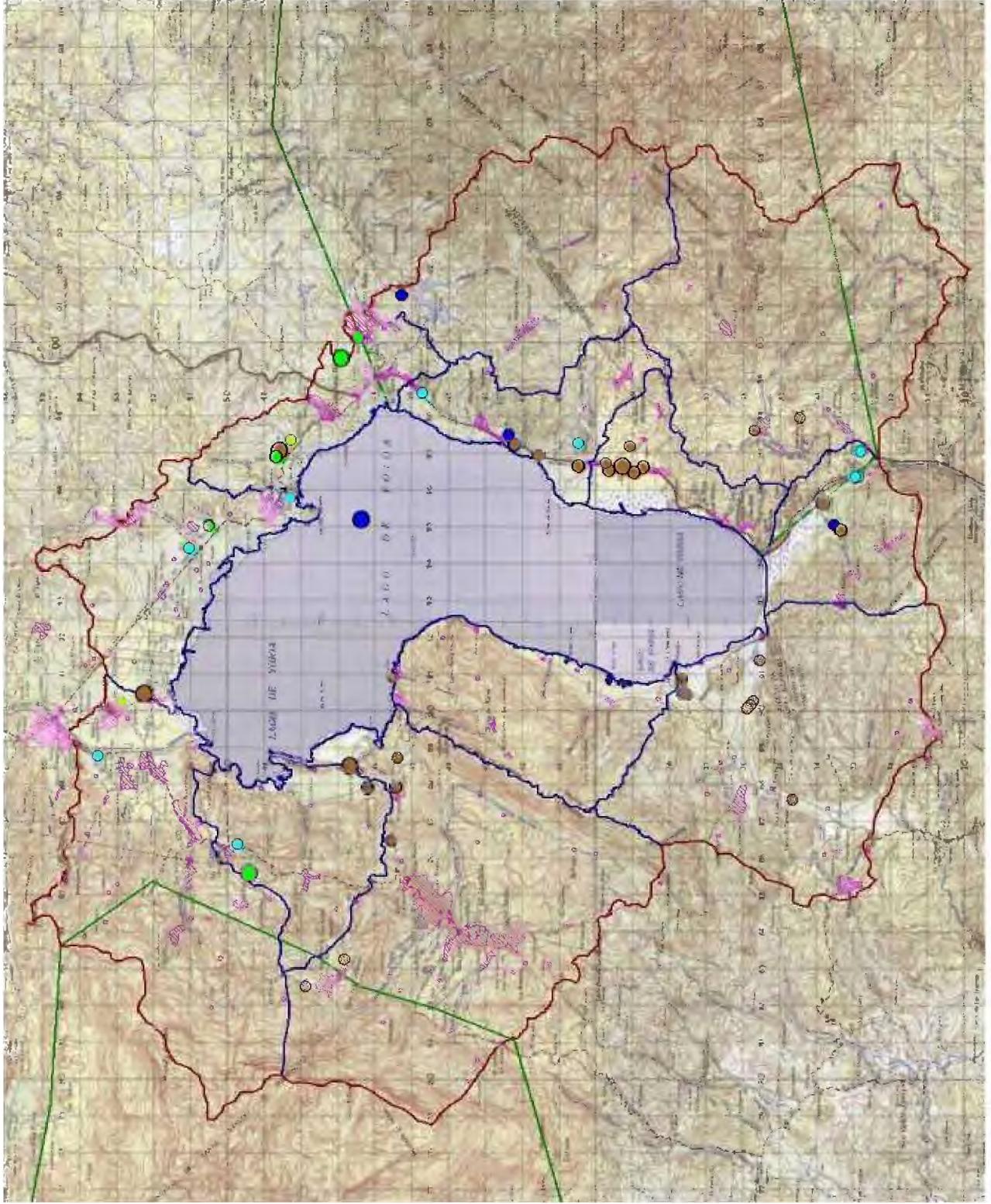
**CONTAMINACION
POR ACTIVIDAD
INDUSTRIAL**

○ Industria
minera



14 Kilometers





CON T A N N A U I O N
PO X A O S U V A V
CA S I M O

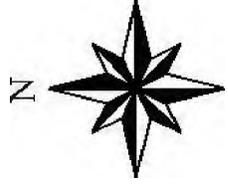
0 0 2 V I C O S O

***o et Ganaderias**

Pisc **ias**
ifac **tor**

Ind. agricola

Invema **deros**



16 Kilorn eters



1. BATIMETRÍA:

Con el objetivo de completar el estudio sobre el lago de Yojoa, se planteó la necesidad de llevar a cabo un estudio batimétrico donde se reflejasen las diferentes profundidades del lecho del lago y realizar una comparativa con la batimetría desarrollada por Freddis Romero en 2007 (ESNACIFOR).

Para ello se planteó una toma de datos en los lugares donde se realizaron las medidas en el año 2007 y con una metodología similar para que fuera posible la comparación entre unos datos y otros. Con este estudio se pretende observar la influencia de las actividades desarrolladas en la cuenca sobre los niveles del lago Yojoa y obtener una tasa de sedimentación media.

Además, con la finalidad de que las instituciones locales puedan realizar un registro de las variaciones en los niveles del lago Yojoa, así como para llevar a cabo este estudio, se construyó una escala a la cual se le buscó una ubicación apropiada en el lago Yojoa para la toma de datos periódica de la altura de la columna de agua por parte de AMUPROLAGO y de este modo poder realizar más estudios posteriormente.

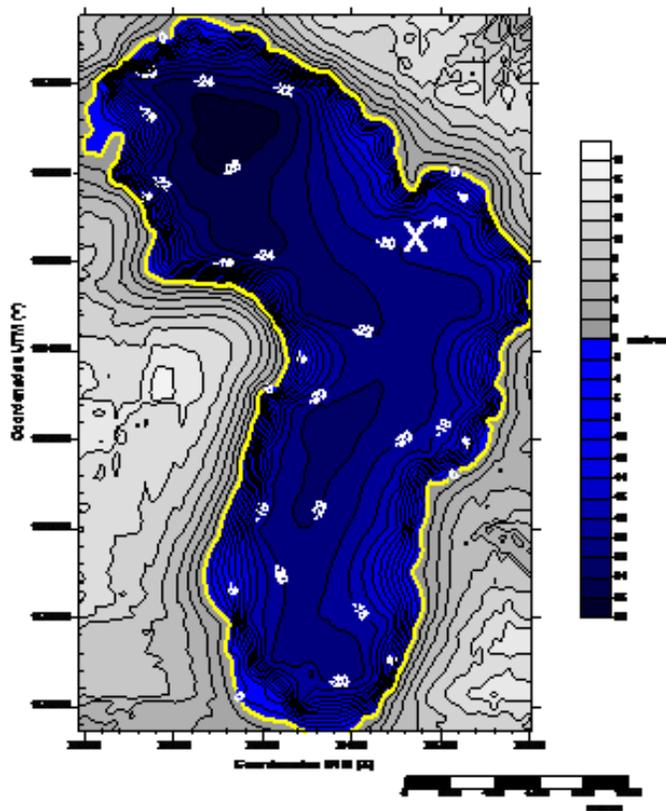
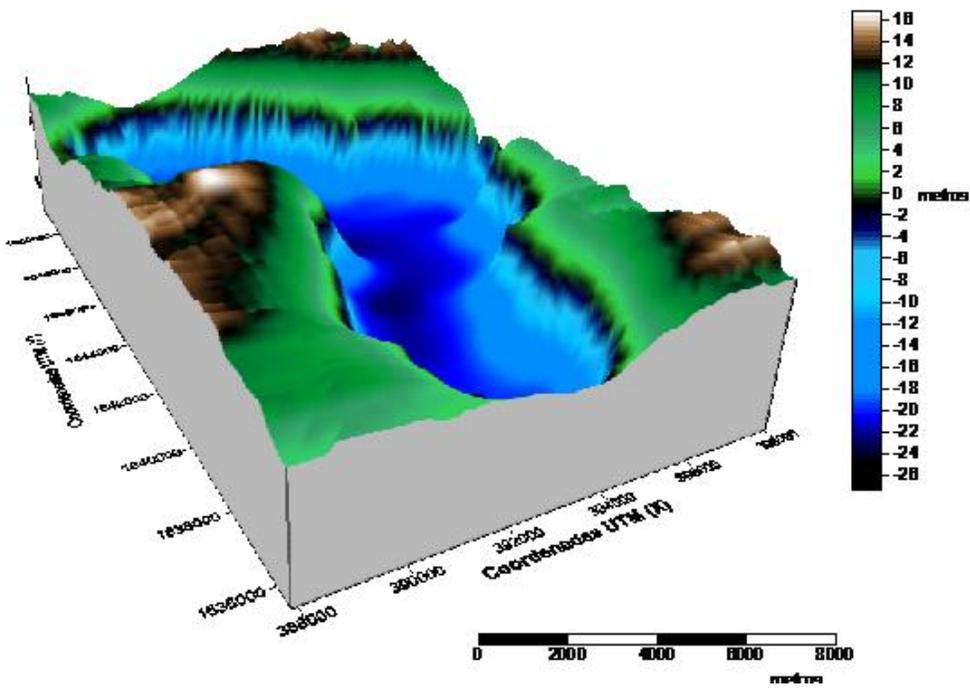


Fotografías de la escala instalada y su ubicación

La toma de datos ha tenido lugar durante el mes de Marzo de este año 2011 y aún se encuentra procesando la información para observar las variaciones que ha sufrido el lago durante este periodo comprendido entre 2007 y 2011, así como las causas posibles de las mismas.

El estudio batimétrico, una vez finalizado se adjuntará al informe que geólogos del mundo realizará al final de la ejecución del proyecto, donde se mostrarán las profundidades recogidas en los diferentes puntos de muestreo así como las conclusiones y recomendaciones derivadas del análisis de esta información.

A continuación se muestran imágenes de la batimetría realizada por Freddis Romero en 2007:



1. RECICLAJE:

Uno de los objetivos principales de este proyecto desarrollado por Geólogos del Mundo ha sido la implementación de un adecuado sistema de recolección de residuos sólidos.

Al comienzo del proyecto se observó una gran problemática con respecto a la gestión de los residuos en el municipio de Santa Cruz de Yojoa, donde existen gran cantidad de comunidades de elevada población y que no disponen de medios para deshacerse de la basura generada en sus viviendas y negocios. Esta problemática da como resultado la proliferación de botaderos ilegales que además de perjudicar en gran medida el medio ambiente de la cuenca, provocan condiciones insalubres en las comunidades que pueden desencadenar graves consecuencias como puede ser la proliferación de insectos y con ello el aumento de la exposición de la población a enfermedades de diferente índole.



Fotografías de basureros de la cuenca

Tras diversas giras de campo visitando terrenos en el área del municipio de Santa Cruz de Yojoa, se encontró un área adecuada para albergar este centro de reciclaje de residuos sólidos. Dicho terreno cumplía con las condiciones necesarias para instalar en él este proyecto y se encuentra entre las comunidades de La Guama, El Bambú y Santa Elena.



Fotografías del terreno seleccionado para construir el centro de tratamiento de residuos sólidos.

Una vez elegido el lugar se cuenta con el apoyo de la Municipalidad de Santa Cruz de Yojoa para la compra del terreno de 5,1 manzanas, el cual, dándole un adecuado uso puede tener una vida útil de más de 20 años.

La función de este centro será convertirse en un centro de acopio de materiales para su posterior venta o reutilización. De este modo, será fundamental implementar una cultura de reciclaje en la población para que pueda funcionar adecuadamente la microempresa encargada de la gestión del centro.

Con el objetivo de enseñar a la población en qué consiste el reciclaje y los beneficios que conlleva, se han realizado diversos talleres y capacitaciones con las comunidades, las escuelas y los hosteleros de la zona.



Fotografías de las capacitaciones y talleres impartidos en la cuenca sobre el reciclaje

Cabe destacar que en la parte Norte y Este de la cuenca del Lago se produce un volumen de residuos de 2,086.16 ton/año/total, de los cuales el 56.81% son orgánicos (desperdicios de comida, frutas, verduras, ramas de árboles, estiércol, papel, cartón, restos de animales, madera, tela...) y un 43.19% son inorgánicos (plásticos, vidrios, hierro, aluminio).

La quema a cielo abierto de basura municipal ocasiona la emisión de distintos contaminantes. Basados en el cálculo de cargas de contaminación del aire proveniente de la disposición de desechos sólidos. Según el **Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud de la Organización Panamericana de la Salud**, las cantidades calculadas de los principales contaminantes por la quema a cielo abierto de basura municipal son:

Por cada tonelada de desechos sólidos quemados se producen (t):

- Partículas: 8 Kg/t
- SO₂: 0.5 Kg/t
- Óxidos de Nitrógeno (NO_x): 3 Kg/t
- Hidrocarburos: 15 Kg/t
- CO: 42 Kg/t

En base a esta información se observó la viabilidad de implementar este sistema basado en el reciclaje para disminuir la contaminación producida por los residuos en el espejo de agua y además generar empleo a través de las microempresas y de este modo mejorar en diversos aspectos la calidad de vida de la población de la cuenca del lago Yojoa.

Además, se realizaron los estudios pertinentes para la tramitación del permiso medioambiental para poder ejecutar el proyecto. Para ello se llevaron a cabo estudios de permeabilidad del suelo, levantamiento topográfico, caracterización de los materiales que conforman el terreno, así como un diagnóstico ambiental cualitativo y factibilidad económica del mismo.



Fotografías de los diversos estudios realizados en el terreno para la tramitación del permiso medioambiental.

Los beneficiarios de este sistema de recolección y tratamiento son aproximadamente 17,861 habitantes repartidos en 11 aldeas, siempre dentro del Municipio de Santa Cruz de Yojoa y esta población representa el 32.69% de la población total dentro de la cuenca.

1. SANEAMIENTO BÁSICO:

Dentro de la cuenca del lago Yojoa, existe una gran deficiencia en los sistemas de saneamiento básico. Esto implica tanto una alteración en los parámetros de la calidad del agua del lago Yojoa (Coliformes fecales) como en la disminución de las condiciones higiénicas de las comunidades lo cual puede desembocar en enfermedades relacionadas con la contaminación de las aguas y la proliferación de insectos.

Aproximadamente 85,000 habitantes de las comunidades que rodean el lago no tiene un adecuado sistema de alcantarillado y los desechos producidos desembocan a través de las quebradas directamente al lago de Yojoa sin ningún tipo de tratamiento.

Una persona genera al día:

- 10 - 14 gramos de Nitrógeno.
- 2,5 – 3,5 gramos de Fósforo.
- 50 – 80 gramos de Demanda Biológica de Oxígeno.
- 70 – 90 gramos de Sólidos Suspendidos.

Estas sustancias que se mencionan, alteran las propiedades naturales de los cuerpos de agua, de modo que producen cambios en el color, olor, temperatura y oxígeno disuelto, lo cual puede generar la muerte de la fauna acuática.

Además, este exceso de nutrientes que cae al lago de Yojoa, junto con otros focos de contaminación existentes en la región, produce un impacto en el espejo de agua, dando lugar a la proliferación del lirio acuático o conocido comúnmente entre la población de la cuenca como lechuga.

En vistas de esta problemática, el equipo de Geólogos del Mundo junto con AMUPROLAGO realizamos encuestas en las comunidades más próximas al espejo de agua para hacer un pequeño diagnóstico de las necesidades de cada una de ellas con respecto al saneamiento. Lo que observamos fue que todas las comunidades presentaban esta necesidad en mayor o menor medida.

A raíz de estas encuestas y la solicitud de algunos presidentes de patronato se ejecutó un proyecto de letrización en la cuenca beneficiando a más de 150 familias y a dos escuelas de la cuenca.

Entre las comunidades beneficiarias de este proyecto se encuentran:

- Monteverde
- Las Brisas
- El Ocote
- Puente Gringo
- Vista hermosa
- Agua Azul Rancho

La forma en la que se desarrolló el proyecto fue aportando los materiales necesarios para la construcción de letrinas completas o para la reconstrucción, en función de las necesidades de cada familia. En el momento de entrega de los materiales a cada uno de los beneficiarios se le dio a firmar una carta donde se comprometía a la ejecución de la letrina con los materiales aportados por Geólogos del Mundo en un plazo máximo de 15 días.



Fotografías de la entrega de materiales a diversas comunidades beneficiarias del proyecto de letrización.

También se realizaba una capacitación a las familias beneficiarias sobre la construcción de la letrina.



Fotografía de la capacitación impartida por GM y AMUPROLAGO para la construcción de letrinas

Una vez transcurrido el plazo de construcción de la letrina, se realizaba una supervisión por parte de AMUPROLAGO y Geólogos del Mundo para comprobar el buen uso de los materiales entregados.



Fotografías tomadas durante la supervisión de las letrinas en las diversas comunidades

Es muy importante que las autoridades competentes se impliquen en este tipo de proyectos y continúen con estas actividades debido a que es una necesidad dentro de las comunidades.



Fotografías de algunos de los beneficiarios una vez finalizado el proyecto de letrinización.

1. TURISMO SOSTENIBLE:

La cuenca presenta un gran potencial turístico pero no se ha explotado adecuadamente. Por lo general, la mayor parte de la población hondureña visita con frecuencia el lago de Yojoa debido a su posición estratégica en la carretera general que une San Pedro Sula con Tegucigalpa y parece ser obligada la parada a degustar un pescado en alguno de los restaurantes de la zona.

No obstante, lo que mucha gente desconoce es la cantidad de destinos turísticos que ofrecen todos y cada uno de los municipios de la cuenca del lago Yojoa.

También en ocasiones se perjudica el turismo de la región con la mala publicidad que se suele divulgar en los medios de comunicación, por lo general artículos sensacionalistas donde se promulga que el lago se encuentra contaminado y que se está muriendo, lo cual genera miedo en los turistas y consumidores los cuales terminan de decidirse por otros destinos turísticos.

Con el objetivo de contrarrestar esta problemática se contrató al cantautor hondureño Guillermo Anderson, el cual cuenta con gran prestigio en el país para que compusiera una canción en homenaje al Lago de Yojoa, donde se ensalzaran las bellezas del lago y sus alrededores.

Junto con el proyecto de la canción, se desarrolló un documental donde aparece Guillermo Anderson visitando los más destacados lugares turísticos de la cuenca y donde expone su impresión de cada uno de ellos.



Fotografías de la filmación del videoclip "Lago de Yojoa, Corazón de Honduras"

Una vez finalizado el trabajo, se llevó a cabo la presentación de la canción con un concierto en directo de Guillermo Anderson y su banda en el parque Eco-Arqueológico de los Naranjos, patrocinado por la actual Ministra de Turismo Nelly Jerez donde acudieron los medios de comunicación tanto de la cuenca, así como los nacionales.

A lo largo del día 20 de Noviembre toda la población de la cuenca fue invitada a disfrutar de la canción “Lago de Yojoa, Corazón de Honduras” así como la actuación de diversos grupos locales. También se pudieron dar paseos en lancha por el lago, visitas guiadas a través de las ruinas del parque de Los Naranjos, así como degustar platos y bebidas típicas de la cuenca.



**Fotografías del evento con motivo de la presentación de la canción
“Lago de Yojoa, Corazón de Honduras”**

Con el fin de obtener una mayor difusión de la canción alusiva al lago de Yojoa, se contrató con la empresa telefónica TIGO el backtone de la canción para que la población de la cuenca, así como el resto de la población hondureña pueda tener un himno propio para proteger su patrimonio y fomentar el turismo en la región.

Para activar en su celular la canción “Lago de Yojoa, Corazón de Honduras” debe enviar un mensajito con el código 9273 al número 5050 y ayúdanos a divulgar este mensaje y a apoyar la protección del único lago natural de honduras.

1. DIFUSIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL:

Una parte muy importante del éxito de este proyecto es la educación ambiental. Para ello es necesario un gran trabajo que ha sido comenzado por Geólogos del Mundo pero deberá continuarse con el proceso y ésta responsabilidad será de las instituciones locales, puesto que es un largo proceso que implicará a gran parte de la población de la cuenca del Lago Yojoa.

Dentro de estas actividades se han impartido diversas charlas en escuelas de la zona, así como a los hosteleros que se encuentran más próximos a las orillas del lago. También se ha socializado con todas las comunidades implicadas en el proyecto los objetivos del mismo y se les ha explicado en qué consiste el proceso del reciclaje, así como la importancia de su implicación para el buen desarrollo de este proyecto piloto.

La acogida del proyecto por parte de la población ha sido muy positiva y se encuentran ilusionados ante la idea de que ya en un breve periodo de tiempo van a contar con un sistema de recolección de desechos sólidos que va a generar empleo dentro de las comunidades y va a eliminar una problemática presente en toda la cuenca.

Una de las capacitaciones que mayor repercusión ha tenido ha sido la que se ofreció a las escuelas de la cuenca sobre la elaboración de manualidades con los desechos. Durante este taller, los niños pudieron aprender a reutilizar materiales como bolsas de churros para hacer retrateras, carteras, bolsos..., anillas de latas metálicas para elaborar fajas y pulseras, bambú para convertirlo en jarrones y vasos personalizados, potpurri de olores con el monte ya seco, papeleras con botes plásticos...



Fotografías del taller de reciclaje con las escuelas de la cuenca



Fotografías del taller de reciclaje con las escuelas de la cuenca

Debido a los problemas burocráticos que se han presentado en la obtención de la licencia ambiental necesaria para llevar a cabo el proyecto, no se ha finalizado el proceso de capacitación puesto que no se ha podido implementar el sistema ni construir las infraestructuras del centro de tratamiento de desechos sólidos a la espera de los permisos pertinentes por parte de las instituciones del gobierno.

Esperamos durante los meses de Abril y Mayo finalizar este proceso y que se encuentre el centro de tratamiento al menos ya en construcción para ir anexando comunidades paulatinamente al tren de aseo y de esta forma aumentar las posibilidades de éxito al proyecto, dado que se han realizado visitas a diversos centros donde se llevan a cabo labores de aprovechamiento de residuos y el mayor problema con el que se encuentran es que la basura llega al lugar totalmente mezclada, lo cual disminuye la capacidad de las microempresas al adecuado manejo de los desechos.



Imágenes de algunas de las socializaciones y capacitaciones llevadas a cabo en las comunidades beneficiarias del proyecto de manejo de los desechos sólidos.

Otra de las actividades que se ha ejecutado con el objetivo de ir dando a conocer el proyecto a la mayor parte de población posible, ha sido la construcción de una caseta para albergar a las personas que deben esperar al autobús en uno de los puntos más estratégicos de la zona (desvío de Santa Bárbara). Para ello se contó con el apoyo de las municipalidades más próximas al lugar (San José de Comayagua, San Pedro de Zacapa y Taulabé) y una vez finalizada la estructura se implementó un mensaje de carácter medioambiental para concienciar a la población sobre la protección del Lago Yojoa, así como un sanitario y una papelera con separadores concebida para la implementación del sistema de reciclaje y de esta forma que la población que diariamente espera en el lugar, conozca del proyecto que se está llevando a cabo en la región.



Fotografías de la caseta del desvío de Santa Bárbara.

1. INVESTIGACIÓN GM - ESNACIFOR:

Durante la ejecución del proyecto se han llevado a cabo dos investigaciones con la colaboración de Geólogos del Mundo y ESNACIFOR en el Lago de Yojoa, las cuales han sido:

- **USO DE *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, EXISTENTE EN EL LAGO DE YOJOA, COMO FUENTE DE BIOFERTILIZANTE. ELVIN ANTONIO MARTÍNEZ LÓPEZ 2010.**
- **ANÁLISIS TEMPORAL DE LAS AGUAS SUPERFICIALES ADYACENTES A LOS RESTAURANTES RIBEREÑOS Y EN LOS SISTEMAS INTENSIVOS DE AQUICULTURA; Y SU RELACIÓN CON LA EUTROFIZACIÓN DEL LAGO DE YOJOA, HONDURAS. JOEL DÍAZ GUTIÉRREZ 2010.**

El estudio realizado para conocer el uso de la *Eichhornia crassipes* como un biofertilizante se realizó combinando la lechuga o lirio acuático presente en el lago de Yojoa con ceniza, aserrín y hojas de madreaje.

Los análisis de laboratorio realizados a la *E. crassipes* (conocida localmente como “lechuga de agua” y como “Jacinto” en otros países), demuestran que la especie contiene macro y micronutrientes como N, P, K, Ca, Mg, S, con mayor porcentaje en Potasio (0.208%) y Nitrógeno (0.114%) y micronutrientes con mayor cantidad en Hierro (1024 ppm) y en Manganeso (118 ppm), los cuales son los minerales esenciales para el desarrollo de la mayoría de los cultivos agrícolas y forestales. Por lo tanto, esta planta posee un potencial adecuado para poderla combinar con varios sustratos tradicionales, que se puedan adquirir de forma local y a un bajo precio; lográndose así elaborar un biofertilizante que puede ser preparado por las personas que habitan en los alrededores del lago y puedan utilizarlo para sus cultivos agrícolas. Este producto puede contribuir a reducir la eutrofización en el Lago de Yojoa, así como a mejorar su belleza escénica.

El costo artesanal para la elaboración de un costal de biofertilizante a partir de *E. crassipes* con ceniza es de L. 298.89, con aserrín es de L. 247.89 y con hojas de madreaje es de L.328.89.

Por tanto, se pudo comprobar que la lechuga o lirio acuático puede ser utilizado como fertilizante combinado con otros compuestos para aumentarle su efectividad, lo cual puede resultar un gran beneficio tanto para el lago como para el desarrollo económico de la región.

En el caso de la otra tesis, este estudio consistió en evaluar la calidad superficial del agua en el lago de Yojoa, Honduras, para uso recreativo y protección de Flora y Fauna. Mediante un muestreo fueron seleccionados los sectores sur-este, donde se localizan casetas para la venta de comidas, hoteles y restaurantes ribereños, donde es evidente gran concentración de lechuga de agua (*Eichhornia crassipes*); así como la zona de las jaulas productoras de tilapias de la empresa Aquafinca Saint Peter, S.A.

Para la elaboración de esta investigación, se distribuyeron 15 puntos de muestreo, los cuales fueron monitoreados durante la época de verano, estación de invierno y canícula. En cada uno de los puntos se evaluaron Nitratos (NO₃) y Orto-fosfatos (PO₄), estos como los nutrientes más importantes en el crecimiento de plantas acuáticas y, para complementar estos parámetros se midió: pH, Conductividad, Oxígeno Disuelto (OD), Total de Sólidos Disueltos (TDS) y Salinidad del agua.

Los resultados mostraron que la mayor concentración de orto-fosfatos fueron registrados en el área de influencia de las casetas ribereñas y en menor concentración en el área comprendida por la empresa Aquafinca; en cambio, en los nitratos se encontraron similitudes entre los puntos medidos, habiendo pequeñas diferencias entre las dos áreas estudiadas. La época en que se presentaron las mayores concentraciones de nitratos (NO_3) y orto-fosfatos (PO_4), según los resultados obtenidos durante el año 2010 ocurrió en la canícula (principios de Agosto).

Cabe destacar que en las zonas próximas a las casetas de venta de pescado existen una mayor cantidad de quebradas que desembocan en el lago Yojoa, lo cual puede aumentar los niveles en esta región debido a la influencia de otras actividades antrópicas que puedan elevar el nivel de los nutrientes existentes.

1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

La cuenca del lago Yojoa se encuentra catalogada como un área protegida de uso múltiple, lo cual se convierte en una contradicción, puesto que tal y como viene explícito en la clasificación de área protegida, en ella se deben de limitar las acciones humanas con el objetivo de preservarla de los impactos medioambientales derivados de las actividades antrópicas. En el caso del Lago Yojoa, dado que constituye un lugar estratégico en la geografía de Honduras y una zona rica en recursos naturales, se ha convertido en un núcleo de intereses de diferentes naturalezas que han venido potenciando su deterioro a lo largo de los años.

Es importante resaltar que es labor de todos los habitantes de la cuenca, desde los que obtienen grandes beneficios a costa del aprovechamiento de los recursos de la cuenca del lago Yojoa, como los que consiguen únicamente su sustento y el de su familia mediante sus actividades en la zona, devolverle al lago una parte del beneficio que les regala y con ello la protección de este paraje único en el país destinado a desaparecer si no se toman medidas y sobre todo las acciones para frenar el impacto negativo que todos y cada uno de los habitantes de la cuenca están produciendo en esta área.

Es necesaria la aplicación de la Ley Hondulago de una forma equilibrada, protegiendo los intereses del lago primeramente, pero también conservando la forma de vida y aportes económicos de los habitantes de la cuenca. Para ello planteamos que se ejecute una inspección a todos y cada uno de los negocios existentes en la cuenca del lago y que se evalúen los impactos que puedan estar produciendo en la cuenca para de este modo imponer a los propietarios, que implementen las medidas oportunas en cada caso para mitigar la contaminación al medioambiente de la cuenca a cambio de que puedan seguir desarrollando sus labores en la región.

De esta forma, todas las actividades desarrolladas en la cuenca deberán de ir acompañadas de unas medidas de mitigación encaminadas a la protección del Lago Yojoa.

Consideramos urgente un plan de saneamiento básico en toda la cuenca del Lago Yojoa debido al gran deterioro que ésta problemática está produciendo en el espejo de agua. Además de esta manera se mejoraría la salubridad de las comunidades y por tanto una disminución en la tasa de enfermedades en la población.

Creemos una necesidad y un gran beneficio tanto para la cuenca como para su población un reordenamiento territorial, puesto que hemos observado tanto comunidades completas como viviendas aisladas que se encuentran instaladas en el humedal del Lago Yojoa. Esta condición implica una gran problemática tanto al lago en sí como a los habitantes de estos lugares puesto que es mucha mayor la dificultad de apoyarles con cualquier tipo de sistema (Abastecimiento de agua, aguas negras, sistema de alumbrado...), además de los problemas de inundaciones que sufren, lo cual repercute directamente en sus condiciones de vida, mucho más precarias que en el resto de las ubicaciones.

Debería ser por tanto una meta reubicar a toda esta población de una forma ordenada y no esperar a que en un futuro próximo puedan subir los niveles del lago Yojoa como consecuencia del cambio climático que se está sufriendo a nivel mundial y haya que lamentar las consecuencias.

Pensamos también que uno de los principales problemas de la cuenca es la deforestación, lo cual produce una alta erosión del terreno, de modo que los sedimentos originados en este proceso, caen directamente al lago a través de las quebradas que desembocan en el mismo.

Hemos observado durante el desarrollo de nuestro trabajo en la cuenca, la gran cantidad de basureros que existen en cada uno de los municipios, que no responden a un adecuado sistema de deposición de residuos, dado que no presentan ningún tipo de medida protectora hacia el medioambiente, por ello recomendamos implementar sistemas más sostenibles con el ecosistema como es el tipo de proyecto que se trata de implementar en el Municipio de Santa Cruz de Yojoa, basado en el reciclaje de los desechos sólidos.

Consideramos también necesario buscar una alternativa a los desechos que se producen como consecuencia de las actividades ganaderas, como podría ser por ejemplo, la instalación de biodigestores de los cuales se puede obtener energía y también eliminar este impacto sobre el espejo de agua.

También existe una gran problemática con respecto a las aguas mieles generadas a causa del tratamiento del café, las cuales también producen altos niveles de contaminación en el Lago Yojoa. Por ello se deben instalar sistemas de pilas donde se pueda almacenar la pulpa del café para darle posteriormente un adecuado tratamiento como puede ser el caso del proceso relacionado con la lombriz californiana, la cual produce abono orgánico a partir de los desperdicios contaminantes del café y de este modo se reduciría también el uso de fertilizantes químicos y con ello, el impacto que éstos producen en el medioambiente.

En el caso de las piscifactorías donde se produce la Tilapia, sería conveniente la instalación de trampas de sedimento para evitar el impacto que el concentrado del cual se alimentan dichos peces, así como sus desechos queden atrapados en ellas y por tanto se evite la deposición de los mismos tanto en el fondo del lago Yojoa, como en su espejo de agua.

El hecho de que las comunidades se encuentren llenas de basura por sus calles genera una mala impresión, tanto en el concepto de higiene como en el de salubridad, lo cual puede repercutir en el turismo y por tanto en el desarrollo económico de la región. Por tanto se pueden implementar jornadas de limpieza en las comunidades cada cierto tiempo para que de esta forma los habitantes vayan adoptando mejores costumbres con respecto a la deposición de los desechos sólidos.

Es muy importante que la población entienda que el hecho de vivir en la cuenca del lago de Yojoa, debe considerarse un privilegio y por tanto todos sus habitantes deben comprender que se encuentran en un área protegida y las obligaciones que esto debe conllevar. Por ello debe de concienciarse profundamente a la población en la conservación de los recursos naturales y la importancia que esto representa.

1. BIBLIOGRAFÍA:

ROMERO, F. Y MEJIA, N. 2007. Batimetría del lago de Yojoa. TATASCAN. 19(2):81-83 pp ESNACIFOR. Siguatepeque, Honduras.

EVELINE STUDER, Febrero 2007. La contaminación ambiental del Lago de Yojoa: Un estudio bibliográfico respecto a un Sistema de Indicadores Ambientales. Tegucigalpa (Honduras)

EVELINE MAJA JOËLLE STUDER, Agosto 2007. Evaluación de Parámetros físicos, químicos y biológicos Indicadores del Estado Trófico del Lago de Yojoa, Honduras.

GUILLÉN, E. 2010. Proyecto piloto, tratamiento de los residuos sólidos en el municipio de Santa Cruz de Yojoa, para el sector Norte y Este del Lago de Yojoa, así como la generación de empleo a través de las cooperativas, para el aprovechamiento de los desechos mediante la reutilización y transformación de los mismos. AMUPROLAGO - Geólogos del Mundo - Municipalidad de Santa Cruz de Yojoa, Honduras.

DÍAZ, K. 2004. Diagnóstico recolección de desechos sólidos, línea base desechos sólidos. AMUPROLAGO.

RIVERA, C. 2003. Plan de Manejo del Lago de Yojoa. ESA Consultores –AMUPROLAGO. Programa el Cajón, Lago de Yojoa, Honduras.

INNOVAR. 2006. “Proyecto Piloto de Generación de Empleo Local, mediante la Formación y Desarrollo de Microempresas para la Recolección y Reciclaje de Desechos Sólidos en 5 Municipios Socios de AMUPROLAGO”.

AMUPROLAGO. 2009-2010. Plan de Saneamiento en La Sub-Cuenca del Lago Yojoa.

MARTINEZ LOPEZ, EA. 2010. uso de la eichhornia crassipes (mart.) solms existente en el lago de yojoa, como fuente de biofertilizante, Lago de Yojoa. Tesis Ingeniero Forestal. Escuela Nacional de Ciencias Forestales. Siguatepeque, Honduras. 58 pp.

DIAZ GUTIERREZ J. 2010. Análisis espacial y temporal de las aguas superficiales de los restaurantes ribereños y los sistemas intensivos de acuicultura; y su relación con la eutrofización del lago de Yojoa, Honduras. Tesis Ingeniero Forestal. Escuela Nacional de Ciencias Forestales. Siguatepeque, Honduras. 92 pp.

ANEXO IV

INFORME DE GIRA DE CAMPO (GEÓLOGOS DEL MUNDO – AMUPROLAGO)

El pasado día 16 de Marzo del año 2011 por solicitud de la Mancomunidad MAVAQUI nos desplazamos a sus oficinas con la intención de compartir experiencias en el manejo de los desechos sólidos.

Tras una pequeña reunión donde se explicaron los objetivos del proyecto de reciclaje que estamos tratando de implementar en la cuenca del Lago de Yojoa y resolver algunas dudas con respecto al manejo de los desechos sólidos, la Mancomunidad nos expone la problemática que presentan sus municipios con respecto a este aspecto.



Fotografía 1: Reunión mantenida

Uno de los municipios de la Mancomunidad que actualmente se encuentra trabajando en el manejo de los desechos sólidos es el de Nueva Frontera, donde se pretende llevar a cabo un relleno sanitario en un terreno municipal de aproximadamente 1 manzana de extensión.

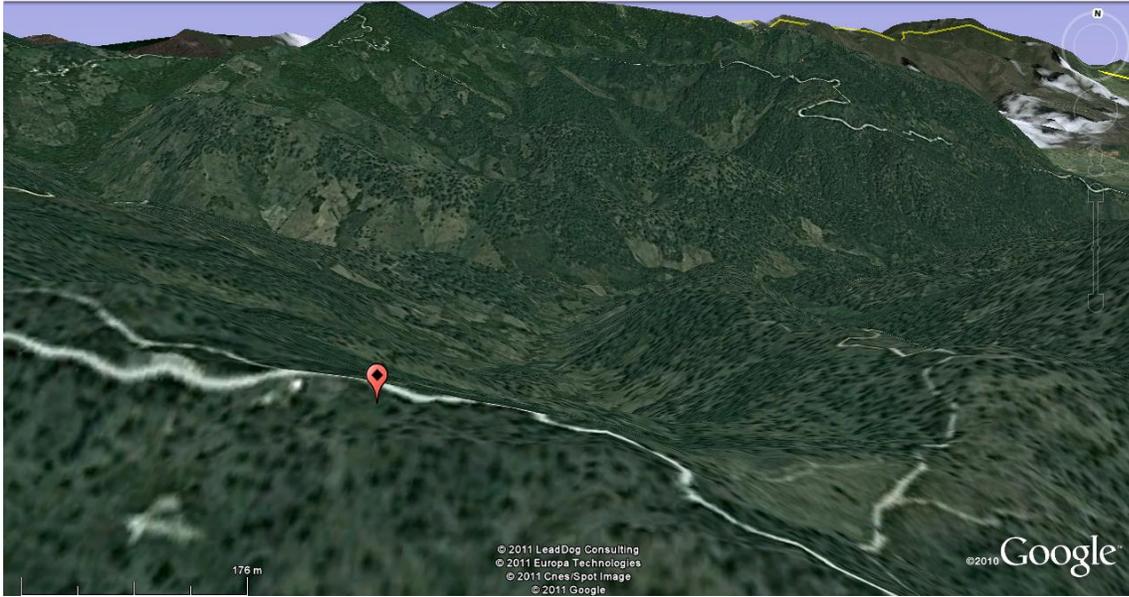
Se nos solicita ir a realizar una inspección visual de los terrenos que la municipalidad de Nueva Frontera ha seleccionado como posibles ubicaciones para el relleno sanitario que se quiere construir y darles nuestra opinión sobre la viabilidad del proyecto en estos lugares según nuestra experiencia.

La gira de campo consistió en la visita a dos terrenos:

- Un terreno municipal de 1 manzana de extensión, con posibilidades de ampliación mediante la compra de los terrenos aledaños.
- Un terreno privado que la municipalidad podría comprar para implantar el relleno sanitario.

En primer lugar vamos a visitar el terreno municipal, el cual presenta un buen acceso desde la carretera más próxima. Se tomó una coordenada GPS en el terreno, correspondiente a:

X 0327635 Y 1691595 HUSO 16



Fotografía 2: Zona de ubicación del posible relleno sanitario (Terreno Municipal)



Fotografía 3: Acceso al terreno

Durante la inspección visual del solar pudimos observar que la superficie del terreno está compuesta por rocas de tipo pizarroso con ligero metamorfismo, así como por los materiales arcillosos derivados de su alteración. Este tipo de materiales suelen ser beneficiosos para un proyecto de este tipo debido a que en el caso de no existir fracturas en la capa rocosa del subsuelo (dato que desconocemos) estos materiales pueden considerarse más o menos impermeables, así como las arcillas que se generan a partir de estos materiales. No obstante, para determinar la permeabilidad del terreno es necesario llevar a cabo la perforación de un pozo donde se realizará un estudio de permeabilidad de donde se obtendrán los datos necesarios para tomar las decisiones pertinentes acerca de las medidas de mitigación que se deberán de implementar en el caso de que se realice un relleno sanitario en este terreno.



Fotografías 4 y 5: Materiales rocosos de naturaleza pizarrosa con evidencias de metamorfismo encontrados en el terreno

Otra de las características que se pudieron observar del terreno fue que no presenta fuentes de agua en las proximidades, lo cual es adecuado puesto que si las hubiera, el relleno sanitario que se planea implementar, podría convertirse en un foco de contaminación para las fuentes de agua de la zona. No obstante, debido a la fugaz visita que se llevó a cabo y dado que no tenemos información ni perspectiva del área que rodea al terreno inspeccionado, recomendamos la visita por parte del personal del ICF para que aporten su opinión sobre la viabilidad del proyecto.

En el caso de que finalmente se opte por este terreno para la implementación de un relleno sanitario en la zona, recomendamos que se coloquen estructuras impermeabilizantes (geomembranas, geotextiles...), así como una pila de recolección de lixiviados con el objetivo de minimizar al máximo los impactos negativos de este tipo de actividad en el medioambiente.

Con respecto a la visita al segundo terreno donde la municipalidad se plantea ejecutar el proyecto de un relleno sanitario, no presenta unas condiciones tan favorables como el anterior, puesto que presenta elevadas pendientes, se encuentra mucho más próximo a zonas habitadas y en él existe un poblado bosque. Las coordenadas correspondientes a esta ubicación son:

X 0322085 Y 1693081 HUSO 16



Fotografía 5: Zona de ubicación del posible relleno sanitario (Terreno privado)



Esperamos que puedan llevar a cabo su proyecto de una forma adecuada y sostenible con el medioambiente y reciban el apoyo correspondiente de las instituciones locales para el buen desarrollo del mismo.

Les recomendamos que en cualquiera de los terrenos donde ustedes decidan realizar este relleno sanitario, adquieran una mayor cantidad de terreno de 1 manzana. Esta observación la hacemos puesto que deberán de presentar a trámite una licencia ambiental y van a realizar una inversión, la cual creemos se debe aprovechar al máximo dado lo laborioso que resulta obtener una respuesta por parte de los organismos correspondientes a la resolución de las licencias o permisos.

También recomendamos que se planteen la opción de instalar una pequeña microempresa que trabaje en el relleno sanitario con el objetivo de reciclar algunos materiales, como puedan ser los plásticos puesto que suele ser uno de los componentes mayoritarios de los desechos y son los que ocupan un mayor volumen, de modo que al instalar esta pequeña actividad de reciclaje, podrían además de generar empleo en la zona, alargar la vida útil de su relleno sanitario.

Para cualquier consulta no duden en ponerse en contacto con nosotros y les colaboraremos en la medida de nuestras posibilidades.



ASTRID GONZÁLEZ MENÉNDEZ
TÉCNICA GEÓLOGOS DEL MUNDO